

10/561225

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS
NATIONAL BOARD OF PATENTS AND REGISTRATION

Rec'd PCT 19 DEC 2005

PCT/FI/2004/050098

Helsinki 30.7.2004

BEST AVAILABLE COPY

ETUOIKEUSTODISTUS
PRIORITY DOCUMENT



Hakija
Applicant

Metso Corporation
Helsinki

Patenttihakemus nro
Patent application no

20030919

Tekemispäivä
Filing date

19.06.2003

Kansainvälinen luokka
International class

H01L

Keksinnön nimitys
Title of invention

"Menetelmä ja laitteisto elektronisen ohutkalvokomponentin
valmistamiseksi sekä elektroninen ohutkalvokomponentti"

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä
Patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä,
patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the
description, claims, abstract and drawings originally filed with the
Finnish Patent Office.


Pirjo Kaila
Tutkimussihteeri

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

Maksu 50 €
Fee 50 EUR

Maksu perustuu kauppa- ja teollisuusministeriön antamaan asetukseen 1027/2001
Patentti- ja rekisterihallituksen maksullisista suoritteista muutoksineen.

The fee is based on the Decree with amendments of the Ministry of Trade and Industry No.
1027/2001 concerning the chargeable services of the National Board of Patents and
Registration of Finland.

Osoite: Arkadiankatu 6 A Puhelin: 09 6939 500 Telefax: 09 6939 5328
P.O.Box 1160 Telephone: + 358 9 6939 500 Telefax: + 358 9 6939 5328
FIN-00101 Helsinki, FINLAND

MENETELMÄ JA LAITTEISTO ELEKTRONISEN OHUTKALVO-KOMPONENTIN VALMISTAMISEKSI SEKÄ ELEKTRONINEN OHUTKALVOKOMPONENTTI

5 Tekniikan ala

Keksintö kohdistuu menetelmään elektronisen ohutkalvokomponentin valmistamiseksi oheisen ilsenäisen patenttivaatimuksen 1 johdanto-osan mukaisesti. Keksintö kohdistuu lisäksi menetelmän toteuttavaan
10 laitteistoon oheisen ilsenäisen patenttivaatimuksen 15 johdanto-osan mukaisesti. Keksintö kohdistuu edelleen elektroniseen ohutkalvokomponenttiin oheisen ilsenäisen patenttivaatimuksen 24 mukaisesti.

Keksinnön taustaa

15 Piirilevyjen (engl. printed circuit board) käyttö erilaisten sähköisten komponenttien kytkentäalustoina on tekniikan tasosta hyvin tunnettua. Yksittäiset komponentit, kuten esimerkiksi puolijohteet, vastukset ja kondensaattorit kiinnitetään piirilevyille tyypillisesti juottamalla, jolloin
20 mainitut komponentit yhdessä piirilevyn yksi- tai useampitasoisen johdinkuvioinnin kanssa muodostavat sähköisesti toimivan kokonaisuuden.

25 Piirilevyjen johdinkuviointien valmistukseen tunnetaan useita erilaisia tapoja. Eräs yleisimmin käytetty tapa on etsaus, jossa eristävän alustamateriaalin pinnalle muodostetusta metallikerroksesta poistetaan syövyttämällä muut kuin ns. resistin suojaamat alueet. Resistinä käytetään tyypillisesti valoherkkää materiaalia, jolloin resisti kuvioidaan fotolitografisest
30 johdinkuvioita vastaavalla tavalla ennen etsausta.

Johdinkuviointia voidaan tuottaa eristävälle alustamateriaalille myös erilaisilla elektrolyyttisillä pinnoitusmenetelmillä (engl. electroplating) tai painamalla johtavaa materiaalia sopivassa, esimerkiksi pastamaisessa
35 muodossa haluttuihin kohtiin alustamateriaalin pinnalle.

Patentista US 4,356,627 tunnetaan piirilevyjen johdinkuvioinnin muodostamiseksi myös korkopainantaan (engl. stamping) perustuva menettely. Ko. julkaisun opetusten mukaisesti cristokorroksen (ABS, asetaatti, polyfenyyilisulfony, polyeetterisulfony, polysulfony) päälle
5 laminoitua metallikerrosta (Cu) muokataan kuviopainimolla (engl. stamping die) siten, että metallikerroksesta erottuu eristekerrokseen aiheutetun pysyvän muodonmuutoksen kautta kahtoon eri tasoon johdinkuviointeja, jotka ovat toisistaan sähköisesti erotettuja. Näihin johdinkuviointeihin elektroniset komponentit voidaan edelleen liittää
10 perinteiseen tapaan juottamalla.

Pyrkimys yhä pienempien rakenteellisten yksityiskohtien toteuttamiseen elektronisissa laitoissa vaatii myös kytkentäalustoina toimivien piirilevyjen johdinkuviointien mittakaavan pienentämistä.
15 Tämä taas osaltaan vaikuttaa sähköisten komponenttien kiinnittämistä piirilevyille; koska komponenttien paikoitus sekä sähköisten kontaktien vaatima juotostekniikka muuttuvat yhä haastavimmiksi. Lisäksi erityisesti tieto- ja tietoliikennetekniikan nopea kehitys on aikaansaanut alati kasvavan tarpeen kehittää halvempia ratkaisuja erilaisten
20 elektronisten laitteiden, erityisesti pikselinäyttöjen valmistamiseksi.

Elektronisten laitteiden valmistustekniikan kehitys onkin johtanut ratkaisuihin, joissa erillisten piirilevyjen käytön sijaan sopivalle alustamateriaalilla muodostetaan mittakaavaltaan pienempiä ja
25 yksityiskohtaisempia elektrodirakenteita, joiden päälle tarvittavat sähköisesti aktiiviset ja muut kerrokset muodostetaan suoraan, jolloin mainitut elektrodirakenteet jäävät näiden komponenttien osaksi ja komponenttien erilliseen kytkentäalustalle tms. asentamiseen liittyviä työvaiheita voidaan välttää. Elektrodikuviointien yhteyteen
30 toteutettavien komponenttien aktiivisia ja muita kerroksia voidaan muodostaa esimerkiksi erillisillä kasvatus-, pinnoitus- tai painotekniikoilla. Nämä tyypillisesti ohutkalvoihin perustuvat ratkaisut voidaanakin nähdä sijoittuvan tavallaan perinteisten piirilevyjen sekä toisaalta erittäin korkean integrointiasteen omaavien integroitujen
35 piirien välimaastoon. Näissä ratkaisuissa käytettävät materiaalit myös poikkeavat tyypillisesti jossain määrin perinteisissä integroiduissa

piireissä käytettävistä piipohjaisista puoli-johteista. Nykyisin voimakkaan kiinnostuksen kohteena ovat erityisesti orgaaniset elektroluminoivat materiaalit (polymeerit), joilla on kiinnostavia käyttösovelluksia erityisesti optisissa komponenteissa.

5

Piirilevyissä käytettävien johdinkuviointien viivanleveydet ovat tyypillisesti luokkaa $> 100 \mu\text{m}$, jopa useita millimetrejä. Integroiduissa piireissä käytettävät viivanleveydet ovat nykyisin taas tyypillisesti luokkaa 100 nm . Nyt käsillä oleva keksintö kohdistuu elektrodikuviointeihin, joissa käytettävät viivanleveydet osuvat pääsääntöisesti em. arvojen välimaastoon, tyypillisesti alueelle $1\text{-}50 \mu\text{m}$.

10

Patenttijulkaisu US 2002/0094594 esittää erään ratkaisun orgaanisten valoa emittoivien rakenteiden, ns. OLED:ien (Organic Light Emitting Diodes) valmistamiseksi. Periaatteellisesti OLED-rakenteet käsittävät kahden vastakkaisen elektrodikerroksen, anodin ja katodin, väliin muodostetun yhden tai useamman aktiivisen materiaalin kerroksen. Näiden lisäksi tämä päällekkäisiin kalvoihin tai kerroksiin perustuva rakenne voi sisältää tarpeen mukaan erillisiä eristekerroksia tms.

20

Mainitun US-julkaisun mukaisesti eristävä substraatti (lasia tai muovia) päällystetään orgaanisella kerroksella, jonka orgaanisen kerroksen päälle muodostetaan ylempi johtava elektrodikerros (metallia tai indiumtinaoksidia, ITO). Tämä ylempi elektrodikerros kuvioidaan mainitun julkaisun mukaisesti kuviopainintaan (engl. die-cutting) perustuen, jossa työstöelimenä käytettävä kuviopainin on sopivimmin pinnoitettu siten, että se ylemmästä elektrodikerroksesta irti nostettaessa samalla poistaa mukanaan osan elektrodikerroksen johtavasta materiaalista. Julkaisun mukaisesti, em. orgaanisen kerroksen alle, suoraan eristävän substraatin päälle voidaan tarvittaessa toteuttaa kuvioitu alempi elektrodikerros muilla sinänsä tekniikan tasosta tunnetuilla tekniikoilla (kts. julkaisun sivulla 2, ensimmäinen kappale, viitenumero [0030]).

25

30

35 Julkaisu US 2002/0094594 opettaa siis elektrodikuvioinnin muodostamisen kuviopainintaa käyttäen orgaanisen kerroksen päälle

5 tuotettuun ylemmään elektrodikerrokseen, josta johtavaa materiaalia on
kuvioipainimen avulla suhteellisen helppo poistaa, johtuen mainitun
ylemmän elektrodikerroksen ja orgaanisen kerroksen välisestä
suhteellisen vähäisestä adheesuksesta. Toisaalta ylemmää elektrodikerrosta
näin mekaanisesti kuvioitaessa tulee varoa vahingoittamasta
alempaa herkkiä orgaanista kerrosta. Mekaaniseen kuvioipainamiseen
perustuvalla kuvioinnilla voidaan kuitenkin nähdä näin käytettynäkin
10 tietyt etuja esimerkiksi kemiallisiin menetelmiin nähden, koska
kemiaalliset menetelmät voivat vahingoittaa alempia herkkiä orgaanisia
kerroksia. Kuvioipainamiseen perustuva menetelmä on tietyissä
sovelluksissa myös nopea ja siten edullinen tapa ylemmän elektrodin
kuvioinnin toteuttamiseen.

15 Monissa tapauksissa elektronisten laitteiden massatuotantoa ajatellen
merkittävässä osassa tuotantokustannusten ja -tehokkuuden kannalta
voidaan kuitenkin osoittaa olevan nimenomaan eristävän substraatin
päälle muodostettavan ensimmäisen elektrodikuvioinnin tuottaminen.
Tämä alimmainen elektrodikuviointi määrittää hyvin pitkälti sen,
millaisia komponentteja sen päälle on mahdollista toteuttaa esimerkiksi
20 orgaanisia materiaalikerroksia kasvattamalla. Mikäli ensimmäisen
elektrodikerroksen kuviointi voidaan toteuttaa hyvällä tarkkuudella ja
mm. riittävän pienillä viivanleveyksillä, lieventää tämä edelleen myös
vaatimuksia kyseisen elektrodikerroksen päälle muodostettavien
aktiivisten kerrosten ja muiden ylempien elektrodikerrosten osalta, sekä
25 mahdollistaa merkittävästi suurempia vapausasteita näiden kerrosten
valmistusprosessien valinnassa.

Keksinnön lyhyt kuvaus ja sen tärkeimpiä etuja

30 Nyt käsillä olevan keksinnön pääasiallisena tarkoituksena onkin
kiinnittää aikaisempaa suurempaa huomiota ja tarjota uusia ratkaisuja
suoraan eristävän substraatin pinnalle ennen aktiivisia kerroksia
toteutettavan ns. alimmaisen elektrodikerroksen kuviointin ohutkalvo-
ja vastaavissa kerroksittain eristävän substraatin pinnalle muodos-
35 tettavissa sähköisissä komponenteissa.

Näiden tarkoitusten totouttamiseksi keksinnön mukaiselle menetelmälle ohutkalvokomponentin valmistamiseksi on pääasiassa tunnusomaista se, mikä on esitetty oheisen itsenäisen patenttivaatimuksen 1 tunnusmerkkiosassa. Keksinnön mukaiselle laitteistolle on taas
5 pääasiassa tunnusomaista se, mikä on esitetty oheisen itsenäisen patenttivaatimuksen 15 tunnusmerkkiosassa. Keksinnön mukaiselle ohutkalvokomponentille on pääasiassa tunnusomaista se, mikä on esitetty oheisen itsenäisen patenttivaatimuksen 24 tunnusmerkkiosassa. Muissa epäitsenäisissä patenttivaatimuksissa on
10 esitetty eräitä keksinnön edullisia suoritusmuotoja.

Keksinnön keskeisenä ajatuksena voidaan katsoa olevan se, että alustamateriaalina toimivan eristävän substraatin pinnalle järjestettyyn alimmaiseen johdekerrokseen muodostetaan elektrodikuviointi
15 kuvlopainantaan, eli ns. embossaukseen (engl. die-cut embossing) perustuvalla työstötuimenpileellä, jossa työstöelimen kohokuvio (engl. relief) pakottaa (engl. emboss) johdekerroksesta alueita toisistaan galvaanisesti erillään oleviksi elektrodialueiksi. Keksinnön mukaisessa embossauksessa alimmaisesta johdekerroksesta ei pyritä poistamaan
20 materiaalia, vaan elektrodialueet saatetaan toisistaan galvaanisesti erilleen aiheuttamalla substraattiin pysyvä muodonmuutos suorittamalla embossaus tähän tarkoitukseen soveltuviissa prosessiolosuhteissa sekä tarkoitukseen soveltuvalla työstöelimellä. Nämä prosessiolosuhteet, kuten esimerkiksi substraatin lämpötila vaihtelevat
25 jossain määrin substraatti- ja johdemateriaaleista, sekä myös niihin embossaamalla tuotettavien kuvioiden dimensioista riippuen.

Keksinnön eräässä suoritusmuodossa substraatille järjestettyä alimmaista johdekerrosta työstetään embossaamalla siten, että
30 elektrodialueita muodostuu substraatin tasoa vastaan kohtisuorassa suunnassa (substraatin paksuus), eli vertikaalisessa suunnassa useampaan eri tasoon. Hyödyntämällä näin substraatin tason suuntaisen, eli horisontaalisen etäisyyden lisäksi myös mainittu vertikaallinen etäisyys, voidaan elektrodikuvioinnin tiheyttä kasvattaa
35 merkittävästi, mikä on huomattava etu tietyissä sovelluksissa. Eräinä esimerkkeinä tällaisista sovelluksista voidaan mainita erittäin lyhyen

kanavapituuden omaavien OFET-transistorien (Organic Field Effect Transistor) tai pikselinäyttöjen valmistaminen. Myös muissa kuin em. komponenteissa saavutetaan keksinnön avulla merkittävää hyötyä määrittämällä komponentin alimmaisen johdekerroksen päälle muodostettujen ylempien passiivisten tai aktiivisten kerrosten vertikaalisuuntainen dimensio mainittuun alimmaiseen johdekerrokseen kohdistetulla embossaustoimenpiteellä.

Keksinnön edullisen suoritusmuodon mukaan eristävä substraattimateriaali päällystetään alimmaisella johdekerroksella tyhjö- tai matalapaineprosessissa, ja tämän lisäksi ainakin alimmaisen johdekerroksen elektrodikuviointi toteutetaan embossaamalla saman tyhjöprosessin yhteydessä ja sopivimmin olennaisesti samoissa prosessiolosuhteissa. Sopivimmin em. päällystys- ja embossausvaiheet suoritetaan rullalta-rullalle-prosessina, mikä mahdollistaa tekniikan lasoa merkittävästi nopeamman, yksinkertaisemman ja massatuotannollisemman valmistusprosessin. Saman prosessin yhteydessä ja sopivimmin edelleen myös rullalta-rullalle-prosessina on mahdollista toteuttaa myös tuotteen muiden passiivisten tai varsinaisten aktiivisten kerrosten, sekä edelleen muiden ylempien elektrodikerrosten, muodostamista. Näiden em. kerrosten muodostaminen voidaan toteuttaa kulloiseenkin sovellukseen parhaiten soveltuvalla tavalla, kuten jäljempänä tarkemmin ilmenee. On myös mahdollista, että alimmaiseen johdekerrokseen kohdistetulla embossaustoimenpiteellä muokataan samalla kertaa myös komponentin yhtä tai useampaa ylemmää passiivista tai aktiivista kerrosta. Eräänä esimerkkinä tästä on alimmaisen johdekerroksen ja sen päälle muodostetun eristekerroksen embossaaminen samalla kertaa.

Keksinnön avulla voidaan toteuttaa siten olennaisesti yhdessä tyhjö- tai matalapaineprosessissa esimerkiksi pelkästään substraatin pinnoitus johtavalla elektrodikerroksella ja mainitun kerroksen kuviointi embossaamalla. Tämän jälkeen esimerkiksi rullalla oleva tuote voidaan siirtää seuraaviin prosesseihin ja tarvittaessa erilaisiin olosuhteisiin muiden tarvittavien kerrosten toteutusta varten. Toisaalta keksinnön

avulla tietyissä sovelluksissa voidaan olennaisesti kaikki toimivan elektronisen laitteen vaatimat elektrodi-, aktiiviset ja suojakerrokset toteuttaa olennaisesti yhdessä ja samassa prosessissa. On selvää, että mitä useampia kerroksia voidaan toteuttaa saman prosessin yhteydessä, sitä vähemmän ylimääräisiä työvaiheita (siirto, puhdistus, esikäsittely, kohdistus) tarvitaan ja samalla myös kohteen ja itse prosessin kontaminaation vaara pienenee.

Nyt käsillä olevan keksinnön laajemman merkityksen ymmärtämiseksi on varsin keskeistä huomata se, että keksintö mahdollistaa hakijan käsitteen mukaan ensimmäisen kerran sen että saman prosessin (tyypillisesti tyhjöprosessin) yhteydessä substraatille ensin kasvatetaan elektrodirakennetta varten tarvittava johdekerros, joka kerros välittömästi lämän jälkeen kuvioidaan embossaamalla saman prosessin yhteydessä. Tekniikan tason mukaiset menetelmät kuvioitujen elektrodirakenteiden muodostamiseksi, kuten esimerkiksi fotolitografia ja sitä seuraavat märkä- tai kulvaetsaus, tai erilaiset tartunnanestoöljyihin tai palnettaviin johdemateriaaleihin perustuvat ratkaisut ovat ongelmallisia, koska niissä käytettävät aineet aiheuttavat tyypillisesti prosessien kontaminoitumista, jolloin samaan prosessiin ei ole käytännössä mahdollista yhdistää useampien (edeltävien tai seuraavien) kerrosten prosessointia.

Keksinnöllä saavutetaan edelleen myös se erittäin merkittävä etu, että keksinnön mukaisesti embossaamalla aikaansaatatavat elektrodirakenteiden viivanleveydet ovat kapeampia kuin esimerkiksi tekniikan tasosta tunnetulla varjomaskitekniikalla (engl. shadow mask) tehdyssä kasvatuksessa/kuvioinnissa. Samalla kuviointiin tarvittava prosessointiaika on myös huomattavasti lyhyempi. Tekniikan tasosta hyvin tunnetulla fotolitografiakuvioinnilla on kyllä mahdollista päästä sinänsä riittävään resoluutioon, mutta sen haittana on puolestaan prosessin monimutkaisuudesta (erillinen valotus ja etsäus) aiheutuvat korkeat kustannukset. Edelleen keksinnön mukaisesti embossaamalla suoritettava elektrodikuviointi soveltuu hyvin myös rullalta-rullalle-tyyppisiin jatkuviin valmistusprosesseihin, joihin esimerkiksi toistuvia kohdistuksia ja puhdistustoimenpiteitä vaativa varjomaskitekniikka

soveltuu huonosti. Tunnettuja tekniikoita käyttäen on myös vaikeaa tai täysin mahdotonta yhdistää useita prosessivaiheita, kuten johdekerroksen kasvatus ja kuviointi, samassa prosessissa toteutettaviksi.

5

Keksinnön mukaisen menetelmän yhteydessä substraallimateriaaleina voidaan käyttää esimerkiksi muoveja, kuten polycosteri (PET), polyimidi (PI) polystyreeni (PS) tai polykarbonaatti (PC). Myös muut eristävät substraattimateriaalit, joihin sopivissa olosuhteissa embossaamalla voidaan tuottaa pysyvä muodonmuutos voivat tulla kyseeseen. Siten substraattimateriaalina voi toimia myös esimerkiksi muovista ja lasista muodostettu laminaatti, jossa lasikerros sopivimmin toimii taustakerroksena jonka päälle embossauskelpoinen muovikerros on laminoitu. Substraattimateriaalina voi toimia myös paperi, kartonki tai vastaava materiaali, jonka päälle elektrodikerroksissa tarvittava johdekerros voi olla muodostettu esimerkiksi ohuena metallikalvona.

10

Elektrodikerroksissa tarvittavana johdavana materiaalina voidaan käyttää esimerkiksi läpinäkyviä puolijohdeoksiedeja (esimerkiksi ITO), metalleja (esimerkiksi Al, Au, Ag tai Cu) tai johdepolymeerejä (esimerkiksi PEDOT:PSS, engl. poly(3,4-ethylenedioxythiophene): poly(styrenesulfonate)). Johdemateriaalina voi tietyissä sovelluksissa toimia myös metalli- tai hiilipartikkelimuste. Näistä materiaaleista koostuva yhtenäinen johdekerros voidaan muodostaa millä tahansa tekniikan tasosta tunnetulla tavalla ennen johdekerroksen kuviointia nyt käsillä olevan keksinnön mukaisesti embossaamalla.

20

25

Keksinnön mukaisella menetelmällä valmistettavia komponentteja voivat olla esimerkiksi OLED-, OLED- tai valokennokomponentit. Keksintö soveltuu erityisesti erilaisten luminesenssiin perustuvien valolähteiden tai passiivisten tai aktiivisten näyttörakenteiden valmistukseen.

30

Keksinnön tarjoamat valmistusprosessin nopeutteen ja yksinkertaisuuteen liittyvät edut tulevat parhaiten esille valmistettaessa suuren pinta-alan komponentteja, kuten esimerkiksi valokennoja. Keksintö

35

myös mahdollistaa kapean vilvanleveyden omaavien elektrodi-
rakenteiden valmistamisen yhdellä kertaa suurelle pinta-alalle, mikä ei
ole käytännössä ollut tähän saakka mahdollista tekniikan tason
menetelmillä. Näiden seurauksena keksintö mahdollistaa merkittävien
5 kustannussäästöjen aikaansaamisen ja tuotantotehokkuuden
kasvattamisen useissa erilaisissa sovelluksissa.

Riittävän kapeiden vilvanleveyksien ja hyvälaatuisten elektrodi-
rakenteiden aikaansaaminen embossaamalla vaatii sopivia prosessi-
olosuhteita sekä erityisesti myös embossauksessa käytettävän
10 työstöelimen, kuten painolaatan tai -pellin sopivia ominaisuuksia.

Koska keksinnön mukaisessa embossauksessa substraattimateriaaliin
aiheutetaan tietty pysyvä muodonmuutos, tapahtuu esimerkiksi
15 muoveille embossaus sopivimmin lämpötiloissa, jotka ovat muovin ns.
lasittumislämpötilan (engl. glass transition temperature) läheisyydessä
(materiaalista riippuen n. 70° C). Mainitussa lämpötilassa, ns.
lasittumispisteessä muovin ominaisuudet muuttuvat lasimaisesta tilasta
(engl. glassy state) joustavampaan olomuotoon (engl. rubbery state).
20 Lämmitys embossausta varten on edullista myös muiden kuin
muovisten substraattien tapauksessa.

Työstöelimenä toimivan painolaatan, tai rullalta-rullalle prosesseissa
telan tai vastaavan ympärille järjestetyn painopellin osalta edullinen
25 rakenne on sellainen, jossa työstävän pinnan kohokuvlossa käytetään
ensisijaisesti pinnan tasoa vastaan olennaisesti pystysuoria
"sivuseinämiä" kohokuvlossa tarvittavien korkeuserojen aikaan-
saamiseksi ja terävien, johdekerrosta hyvin leikkaavien kanttien
muodostamiseksi. Tämä sivuseinämien pystysuoruus edesauttaa
30 merkittävästi johdekerroksen eri johdealuiden välisen kontaktin
katkaisua erillisiksi elektrodikuvioiksi, eikä työstöelimen pintaan pyri
myöskään tarttumaan materiaalia kohteesta. Lisäksi cm. kohokuvion
muoto on edullinen pyrittäessä käyttämään substraatin pinta-ala
mahdollisimman tehokkaasti hyväksi ja pyrittäessä samalla kapeisiin
35 vilvanleveyksiin. Työstöelimen kohokuvion leikkaavien kanttien ollessa

riittävän teräviä, sivuseinämät voivat olla myös jossain määrin kattevia ilman että kuviointituloks embossauksessa merkittävästi heikkenee.

Kuvien lyhyt selostus

- 5 Keksintö ja sen koskoiset ominaisuudet sekä keksinnön avulla saavutettavat edut käyvät alan ammattimiehelle paremmin ilmi seuraavasta kuvauksesta, jossa keksintöä selostetaan tarkemmin muutamien valikoidujen esimerkkien avulla viittaamalla samalla ohjeisiin piirustuksiin, joissa:
- 10 kuva 1 esittää periaatteellisena kaaviona keksinnön mukaista rullalla-rullalle prosessia, jossa eristävä substraatti tyhjöpäälystetään johdekerroksella ja johdekerros embossataan tämän jälkeen saman tyhjöprosessin yhteydessä,
- 15 kuvat 2a-2f esittävät erästä tapaa keksinnön mukaisessa embossauksessa käytettävän painolaatan valmistamiseksi,
- 20 kuva 2g esittää periaatteellisesti kohokuvioinnin monistamisen suuren pinta-alan painopelliksi,
- 25 kuva 3 esittää SCM esimerkkikuvan keksinnön mukaiseen embossaukseen soveltuvan painolaatan pintaprofillista,
- 30 kuva 4 esittää SFM esimerkkikuvan kuvan 3 mukaisella painolaatalla embossatusta ITO/PET kerrosrakenteesta,
- 35 kuvat 5a ja 5b esittävät periaatteellisina sivu- ja yläkuvantoina OLED-komponentteihin perustuvaa ja tekniikan tason mukaisesti toteutettua pikselinäyttöä,
- kuva 6 esittää periaatteellisena yläkuvantona keksinnön mukaisesti toteutettua OLED-pikselinäyttöä,

- kuva 7 esittää SEM esimerkkikuvan sormimaiset ja limittaiset Source- ja Drain-elektrodit omaavasta tekniikan tason mukaisesta OFET-transistorista,
- 5 kuva 8 esittää periaatteellisen poikkileikkauskuvan OFET-transistorin kanavarakenteesta,
- kuva 9 esittää periaatteellisena poikkileikkauskuvana eristävän substraatin päällä olevasta johdekerroksesta keksinnön mukaisesti embossaamalla erotetun elektrodirakenteen,
- 10 kuva 10 esittää periaatteellisena poikkileikkauskuvana erään kuvan 9 mukaisen elektrodirakenteen päälle toteutetun OFET-rakenteen,
- 15 kuva 11 esittää periaatteellisena poikkileikkauskuvana erään toisen kuvan 9 mukaisen elektrodirakenteen päälle toteutetun OFET-rakenteen, ja
- 20 kuva 12 esittää periaatteellisena poikkileikkauskuvana erään kolmannen kuvan 9 mukaisen elektrodirakenteen päälle toteutetun OFET-rakenteen.

Keksinnön yksityiskohtaisempi selostus

- 25 Kuvassa 1 on esitetty periaatteellisesti rullalta-rullalle prosessi, jossa substraattina toimiva muovi aluksi tyhjäpäällystetään johdekerroksella ja kyseiseen johdekerrokseen muodostetaan tämän jälkeen elektrodi-
- 30 kuviointi telan tai vastaavan ympärille asetetulla painopellillä embossaamalla saman tyhjöprosessin yhteydessä. Hakijan suorittamissa kokeissa on havaittu, että embossauksella pystytään valmistamaan erittäin kapeita, luokkaa 1-50 μm levyisiä viivarakenteita tyhjäpäällystetyille muovisubstraatille.
- 35 Kuvassa 1 on periaatteellisesti esitetty että sekä tyhjäpäällystys että embossaus on järjestetty samaan kammioon. Tämä ei kuitenkaan ole

keksinnön ainoa mahdollinen suoritusmuoto, vaan massatuotantoa ajatellen keskeistä on lähinnä se, että substraatti voidaan ajaa rullalta rullalle kerta-ajona ilman että rullia/substraattia joudutaan välillä siirtämään eri prosessointilaitteisiin. Tällöin välttyään mm. tarpeelta pumpata prosessitilan painetta alas useampia ori kertoja, mikä on tunnetusti varsin aikaa vievä toimenpide. Sitä kuvan 1 mukaisessa järjestelyssä voidaan käyttää myös useampiakin ori kammioita, joissa kaikissa kuitenkin vallitsevat olennaisesti samat paineolosuhteet.

10 *Painolaatan tai -pellin valmistaminen*

Embossaukseen soveltuva painopelti on sopivimmin nikkelpainopelti/-laatta, joka voidaan valmistaa esimerkiksi litografisin menetelmin, jotka ovat tekniikan tasolta muista yhteyksistä sinänsä tunnettuja.

15 Tärkeimpiä painopellin valmistustekniikoita ovat suora resistillografia tai resistillografin ja kuivaelsaus tekniikan yhdistäminen.

Kuvissa 2a-2f on periaatteellisesti esitelty prosessivaiheet, joissa embossauksessa tarvittavaan painolaattaan saadaan muodostettua haluttu pintarakenteen kohokuvio suorittamalla resistikerroksen kuviointi tässä tapauksessa elektronisädeä käyttäen. On huomattava, että keksintö ei ole rajoittunut pelkästään elektronisädekuvioinnin käyttöön, vaan kuvioinnissa on mahdollista käyttää myös esimerkiksi lasersädetä.

25 Kuva 2a esittää periaatteellisesti alustamateriaalin 20 (lasia, kvartsia, piitä tms.) päällystämisen resistikerroksella 21 ja elektronisädekuvioinnissa tarvittavalla johtavuuskerroksella 22. Mainitun johtavuuskerroksen 22 tarkoitus on kuljettaa kuvioinnissa käytettävän elektronisäteen tuottama sähköinen varaus pois. Kuvassa 2c on esitetty resistikerroksen 21 kehittäminen, jonka seurauksena osa resistikerroksesta voidaan poistaa selektiivisesti, jolloin jäljelle jää ns. master-elementti. Kuvassa 2d tämän master-elementin päälle höyrystetään johtavuuskerros 23, jonka päälle kasvatetaan cd-kerros

30 kuvassa 2e nikkelpainolaatta 24. Kuvassa 2f nikkelpainolaatta on esitetty kuvan 2c master-elementistä irrotettuna.

35

Edelleen eräs vaihtoehtoinen menetelmä tuottaa kohokuvionli on
käyttää kuvan 2c mukaista resistirakennetta, jonka päälle höyrytetään
5 kulvaetsausprosessissa maskimateriaalina toimiva metalli- (Cu, Al,
tms.) tai dielektrikerros (SiO_2), jolloin saadaan kuvan 2d mukainen
rakenne. Asettamalla mainittu rakenne resistiä luottavaan luottimeen
voidaan resistikuviot poistaa ja jäljelle jäävä metallinon tai dielektrinen
materiaali on substraatin pinnalla kuvioiduissa kohdissa. Tämän
10 jälkeen substraatti asetetaan erilliseen plasmakammioon kulvaetsaus-
prosessiin, jossa suunnatulla kaasuplasamalla kulutetaan substraattia ja
maskimateriaalia substraatin tasoon nähden vertikaalisessa suun-
nassa. Tämän seurauksena maskimateriaalin muodostamat kuviot
siirtyvät substraattiin. Kuvioidusta substraatista kasvatetaan tämän
painolaatta 24 edellä mainituilla menetelmillä päällystämällä rakenteen
15 päälle ensin johtavuuskerros 23 ja kasvattamalla sen päälle
elektrolyttisesti painolaatta. Edellä esitellyjen lisäksi kuvioiden
muodostamiseen nikkolipainolaattaan on olemassa useita muitakin
vaihtoehtoisia sinänsä tunnettuja litografiamenetelmiä ja niiden
kombinaatioita.

20 Nyt käsillä olevan keksinnön kannalta oleellista painolaatan
valmistamisessa tarvittavan master-elementin tuottamisessa on se,
että menetelmä on kykenevä toistamaan haluttuja painolaatan
ominaisuuksia, joista tärkeimpiä ovat kohokuvion seinämien
25 pystysuoruus ja kohokuvion viivojen reunanlaatu. Valmistusmenetelmä
tuleekin valita kunkin erillisen kuviogeometrian mukaisesti
optimaaliseksi. Suoraa laserlitografiaa voidaan käyttää viivanleveyksillä
> 1.5 μm ja sitä pienemmät viivanleveydet tuotetaan tyypillisesti
elektronisäteellä. Toinen keksinnön kannalta ratkaiseva tekijä on
30 kohokuvion viivojen syvyys. On tunnettua, että esimerkiksi viivanleveys
25 μm ja syvyys 50 μm voidaan tuottaa lähes pystysuorana seinämänä
optimoimalla resistien valotus ja kehitysprosessi tarkasti. Kuitenkin
useimmissa tapauksissa on helpompi käyttää edellä kuvattua
kulvaetsausprosessia, jolla voidaan tuottaa lähes täysin pystysuoria
35 seinämiä.

Kuvan 2f nikkelpainolaattaa 24 voidaan käyttää embossaukseen sellaisenaan tai sillä voidaan kasvattaa lisäpainolaattoja toistamalla kuvan 2e mukaista prosessivaihetta.

- 5 Edellä mainituilla litografisilla menetelmillä voidaan tuottaa kuvioalueita, joiden pinta-alat ovat nykyisillä valmistustekniikoilla $< 8'' \times 8''$. Suuremmat pinta-alat tuotetaan kuvassa 2g periaatteellisesti esitetyllä yhdistelymenetelmällä (engl. recombining), jossa edellä esitetyillä menetelmillä tuotettu yksittäinen painolaatta 24 kopioidaan
- 10 kuumaembossaus- tai valumenetelmillä suuremmalle substraatille kopioidamalla rakennetta substraatin pintaan sen tason määrittämissä xy-suunnissa.

- 15 Kuumaembossauskopiointissa edellä tuotettu nikkelpainolaatta 24 asetetaan ko. painolaatan kokoisen metallisen tukilevyn päälle ja sillä painetaan kuvio sopivaan muovimateriaaliin, esimerkiksi PMMA-materiaaliin (engl. polymethylmeta-acrylate) kuumaembossausprosessilla. Toistamalla prosessia useaan kertaan ja eri kohtiin muovimateriaalia, saadaan näin tuotettua suuren pinta-alan omaava
- 20 uusi master-elementti, josta kasvatetaan suuren pinta-alan omaava painolaatta/painopelti elektrolyttisesti.

- 25 Yhdistely on myös mahdollista tehdä levittämällä isomman pinta-alan omaavan muovi-, lasi- tai kvartsisubstraatin päälle nestemäistä polymeerimateriaalia, johon nikkelpainolaatan 24 kuvio painetaan. Kovettamalla polymeeri paikallisesti (esimerkiksi lämmittämällä, UV-valolla tai riittävää kovettumisalkua käyttäen) saadaan valmistettua kuviorakenne määrittyyn kohtaan substraatin päälle. Toistamalla prosessia useaan eri kohtaan saadaan jälleen muodostettua
- 30 suuremman pinta-alan omaava master-elementti ja siitä edelleen voidaan kasvatata telan tai vastaavan ympärille soveltuva nikkelpainolaatta.

- 35 Kuvassa 3 on esitetty elektronimikroskooppikuva (SEM, Scanning Electron Microscopy) erään keksinnön mukaiseen embossaukseen soveltuvan painopellin pintaprofiilista. Kuvassa 3 keskellä oleva alue on

15

25 μm ylempänä, kuin reunoilla oleva alue. Nähdään, että painolaatan kohokuviossa on siten olennaisesti pyslysuorat seinämät sekä terävät leikkaavat kantit. Profiilin syvyys embossattaessa esimerkiksi ITO/PET rakennetta on sopivimmin luokkaa 1-25 μm ja viivanleveys

5 kapoimmillaan luokkaa 1 μm . Profiilin syvyyden valinta samoin kuin kapelin kyseeseen tuleva viivanleveys vaihtelevat embossattavan johdokerroksen ja sen alla olevan substraatin materiaalista riippuen.

Kuvassa 4 on esitetty SEM kuva kuvan 3 mukaisella painopellillä

10 lämpötilassa 20 °C embossatusta ITO/PET kerrosrakenteesta. Kuvasta 4 nähdään, että rakenteet ovat painuneet kahteen eri tasoon. Kuvassa keskellä oleva alue on 15 μm alempana, kuin reunoilla olevat tummat alueet jolloin mainittu painuma on katkaissut PET muovisubstraatin päällä olleen 100 nm paksuisen ITO johdekalvon. Nähdään, että kuvan

15 3 mukaiseen painopellin rakenteeseen verrattuna johdokerrokseen muodostuneen kuvioinnin dimensiot ovat leveyden osalta yhtenevät ja leikkausreuna on tasainen. Leikkausreunan karheus on alle 2 μm .

Substraatin materiaalina keksinnön mukaisessa embossauksessa

20 voidaan käyttää sopivimmin PET:ää, mutta muita mahdollisuuksia ovat esimerkiksi PI, PS ja PC. Näistä ainakin PET:ää on saatavana valmiiksi rullatavarana, jolloin sitä on helppo käyttää rullalta-rullalle prosesseissa.

Esimerkiksi OLED-komponenteissa tai muissa optisissa kompo-

25 nenteissa substraatin päälle muodostettavan alimmaisena elektrodikerroksen (anodin) materiaalina voidaan käyttää läpinäkyviä puoli-johdeoksideja, tyypillisestä ITO:a. ITO:n vastusarvo on muutamien kymmenien tai satojen nanometrien kalvonpaksuuksilla tyypillisesti

30 joitain kymmeniä ohmeja per neliö ja näkyvän valon alueella sen transmissio on tyypillisesti > 75 %. PET-kalvo voidaan päällystää ITO-kalvolla sinänsä tunnetuilla tyhjökasvatusmenetelmillä ja PET- ja ITO kerrosten välissä voidaan käyttää tarvittaessa esimerkiksi ohutta piidioksidikerrosta (SiO_2), joka toimii adheesiokerroksena mainittujen

35 kerrosten välissä. Myös muiden suojakerrosten käyttö em. kerrosten välissä on mahdollista.

Vaikka keksintö on ensisijaisesti tarkoitettu substraatin päälle muodostettavan alimmaison elektrodikerroksen embossaamalla tapahtuvaan kuviointiin, voidaan embossaus soveltaa luonnollisesti myös muiden ylempien elektrodikerrosten kuviointiin esimerkiksi siten, 5
kuin patenttijulkaisussa US 2002/0094594 on esitelty. Monikerroksisen rakenteen ylempia johdekerroksia embossaamalla kuvioitaessa on mahdollista käyttää kuvioitavan kerroksen alla sopivaa suojakerrosta, johon keksinnön mukainen muodonmuutos aikaansaadaan ja joka 10
sitä mahdollistaa kuvioitavan kerroksen osalta kontaktien katkaisemisen.

Keksinnön eräessä suoritusmuodossa saman rullalta-rullalle prosessin yhteydessä voidaan muovinen substraatti päällystää aluksi 15
sputterolmalla tyhjiössä olennaisesti yhtenäisellä ITO-kerroksella, jonka vahvuus on esimerkiksi 100 nm. Tämän jälkeen mainittu ITO-kerros kuvioidaan keksinnön mukaisesti embossaamalla anodielektrodiksi. Anodielektrodin päälle muodostetaan termisellä tyhjiöhöyrystyksellä 20
yksi tai useampia orgaanisia materiaalikerroksia. Näiden kerrosten paksuus voi olla esimerkiksi 50-200 nm. Orgaanisten kerrosten päälle muodostetaan edelleen katodielektrodi metallista (esimerkiksi Mg, Ag tai Al). Katodielektrodi voidaan kuvioida joko embossaamalla tai muulla tekniikan tasosta tunnetulla tavalla. Muodostamalla katodielektrodin juovat kohtisuoraan anodielektrodin juovien kanssa, voidaan 25
mainittujen juovien risteykseen muodostuvia pikseleitä ohjata yksi kerrallaan ja muodostaa näin esimerkiksi OLED-pikselinäyttö. Komponentin loppukäsittelyssä rakenne suojataan tarvittavilla suojakerroksilla yms. sekä tarvittaessa leikataan ja johdotetaan 30
valmiiksi komponenteiksi.

Kuvioitavien johdekerrosten osalta tässä keksinnössä ovat etusijalla puolijohdeoksidit, kuten ITO. Mainitut materiaalit muodostavat substraatille lasimaisen kerroksen, johon on mahdollista keksinnön mukaisesti embossaamalla aikaansaada katkaisu, joka katkaisu 35
perustuu alla olevaan substraattimateriaaliin aikaansaatuun pysyvään muodonmuutokseen. Keksintö ei kuitenkaan ole rajoittunut ainoastaan

puolijohdeoksidista muodostettuihin elektrodikerroksiin, vaan elektrodeissa voidaan käyttää materiaaleina myös metalleja (kuten Al, Au, Ag, Cu) tai polymeeriä (kuten PEDOT/PSS) sellaisissa sovelluksissa, joissa elektrodikerrokselta ei vaadita optista läpinäkyvyyttä.

5

Elektrodikuvioinneissa kulloinkin tarvittavat viivanleveydet määräytyvät kulloinkin valmistettavan sovelluksen mukaisesti. Keksinnön mukaista embossausta käyttäen esimerkiksi ITO-kerroksessa on mahdollista päästä luokkaa 1 μ m oleviin viivanleveyksiin.

10

Substraattimateriaalien ollessa muovia embossaus tapahtuu lämpötiloissa, jotka ovat sopivimmin hieman yli muovin lasittumislämpötilan, jossa lämpötilassa, ns. lasittumispisteessä muovin ominaisuudet muuttuvat lasimaisesta tilasta joustavampaan olomuotoon. Näissä lämpötiloissa muovisubstraatin päällä oleva ITO-kerros ei vielä kuitenkaan pehmene, mikä on edellytys sille että mainittu kerros saadaan luotettavasti ja tarkkarajaisesti embossaamalla katkaistua. Sopiva substraatin lämpötila, jossa substraatti on tilassa jossa siihen embossaamalla alkaansaadaan pysyvä muodonmuutos, voidaan

15

20

järjestää joko esilämmittämällä substraatti ennen embossausta ja/tai käyttämällä embossaukseen lämmitettyä painolaattaa tai -peltiä. Etuna lämmitetyn työstöelimen käytössä on se, että tällöin lämmitys kohdistuu hetkellisenä vain kulloinkin työstettävään substraatin osaan eikä substraattimateriaalia kokonaisuudessa tarvitse lämmittää.

25

Kuten edellä on jo todettu, sopivimmin embossauksessa käytettävä painolaatta tai -pelli valmistetaan nikkelipintaisena. Mahdollisimman pystyseinämäisen ja terävät loikkaavat kantit omaavan kohokuvion valmistaminen painolaattaan on haastavaa, mutta se on mahdollista esimerkiksi edellä esitettyä elektronisädekuviointiin ja kuivaetsaukseen perustuvaa tekniikkaa käyttäen. Painolaatta on mahdollista valmistaa myös esimerkiksi piihin materiaalia kidesuunnassa etsaamalla.

30

35

Seuraavassa keksintöä selostetaan edelleen yksityiskohtaisemmin käyttämällä erityisiä esimerkkeinä OLED:ien ja OFET:ien valmistusta. Näistä esimerkeistä käy alan ammattimiehelle selkeästi ilmi mm. se,

miten keksinnön mukaisessa embossauksessa voidaan tehokkaasti hyödyntää substraatin ja johdekerroksen vertikaalisuuntaa.

OLED-komponentteihin perustuvan pikselinäytön valmistus

5

OLED-komponenttien käyttö erilaisissa näyttösovelluksissa on nykyisin erittäin voimakkaan kiinnostuksen kohteena, koska ne tarjoavat mahdollisuuden näyttökomponenttien valmistamiseen perinteisiä pikselinäyttöjä edullisemmin. Nyt esillä oleva keksintö tarjoaa hakijan käsityksen mukaan mahdollisuuden pikselinäyttöjen valmistamiseen vielä nykyisin tunnettuja tapoja merkittävästi yksinkertaisemmin ja pienemmin kustannuksin. Lisäksi keksinnön avulla näyttöihin voidaan toteuttaa myös nykyistä parempi pikseliresoluutio hyödyntämällä teknikan tasoa tehokkaammin vierekkäisten elektrodien vertikaalisuuntaista etäisyyttä toisistaan horisontaalisuuntaisen etäisyyden lisäksi.

15

Kuvissa 5a ja 5b on esitetty periaattollisesti OLED-komponentteihin perustuva pikselinäyttö, siten kuin se nykyisen tunnetun teknikan mukaisesti valmistetaan. Näytön pikselit muodostuvat ristikkäisten juovamaisten elektrodien (tyypillisesti alempi anodi ja ylempi katodi) risteykseen. Yleisesti voidaan ajatella, että OLED-pikselin kummatkin ristikkäiset elektrodit läylyy kuvioda alle 100 μm levyisiksi, jotta saadaan aikaan riittävän korkean resoluution omaava näyttö. Tunnettua tekniikkaa edustavan varjomaskin avulla päästään käytännössä n. 200-300 μm elektrodileveyteen. Jos muodostetaan ns. RGB-täysvärinäyttö, niin kolmen vierekkäisen perusväripikselin (punainen, vihreä ja sininen) yhdessä muodostaman ns. virtuaalisen väripikselin kokonaismitta lähestyy tällöin 1 mm:iä, joka on liian suuri jotta se soveltuisi korkean resoluution näyttöihin. Lisäksi varjomaskeihin perustuvan tekniikan huonoina puolina ovat toistuvat kohdistukset ja puhdistukset. Tekniikan tasosta tunnetulla fotolitografiakuviointilla päästään alle 1 μm resoluutioon, mutta sen haittana on varsin korkeat valmistuskustannukset samoin kuin huono soveltuvuus rullalta-rullalle prosesseihin. Lisäksi fotolitografiassa käytettävät etsäuskemikaalit aiheuttavat ongelmia tai estävät kokonaan eri prosessivaiheiden yhdistämisen yhdeksi kokonaisuudeksi.

20

25

30

35

Korkean resoluution näytöt toteutetaan siltä tyypillisesti piialustalle, johon nykyisillä tekniikoilla pystytään valmistamaan riittävän pienikukoisia pikseleitä. Piialustasten näyttöjen valmistuskustannuksia on kuitenkin vaikea alentaa sille tasolle, johon orgaanisilla materiaaleilla on massatuotannossa periaatteessa mahdollisuus päästä.

Kuvassa 6 on esitetty keksinnön mukaisesti toteutettu OLED-pikselinäyttö. Hyödyntämällä substraatin tasoa vastaan kohtisuorassa suunnassa, eli vertikaalisessa suunnassa useampaan eri tasoon embossaamalla muodostuvat elektrodit, voidaan elektrodikuvioiden tiheyttä kasvattaa merkittävästi, mikä mahdollistaa myös alkaisempaa paremman pikseliresoluution saavuttamisen. Kahteen eri tasoon embossattujen elektrodikuvioiden tuoma etu ilmenee yksityiskohtaisemmin myös jäljempänä kuvista 9-11. Elektrodikuvioiden viivanleveyden ollessa esimerkiksi 50 µm luokkaa, saavutetaan pikselinäytössä riittävä resoluutio useimpiin sovelluksiin värinäytöt mukaan lukien.

Nyt käsillä oleva keksintö mahdollistaa siis OLED-pikseleiden valmistuksen siten, että pikseleiden koko on riittävän pieni myös resoluutioltaan hyvänlaatuisiin näyttöihin. Keksinnön merkittävä etu on lisäksi se, että keksintö mahdollistaa OLED-pikseleiden valmistamisen myös rullalta-rullalle-prosessina, mikä alentaa merkittävästi pikselinäyttöjen tuotantokustannuksia massatuotannossa.

OFET-komponenttien valmistus

On sinänsä tunnettua, että orgaanisissa ohutkalvoihin perustuvissa kenttätransistoreissa eräs keskeinen valmistustekniikalle asetettava vaatimus on kyky valmistaa riittävän pieniä kanavapituuksia sormirakenteiden ja toisiinsa nähden lähittäin järjestettyjen elektrodien välille. Kuvassa 7 on esitetty SEM esimerkkipicture OFET-transistorin rakenteesta, jossa näkyvät keskenään limittävät sormimaiset Source- ja Drain-elektrodit S,D. Kenttätransistorin kanavalla tarkoitetaan tässä

20

yhteydessä näiden vastakkaisten elektrodien kahden vierekkäisen sormen väliin jäävää aluetta, jolla on tietty pituus (elektrodisormien välinen etäisyys vastakkaisten elektrodien S,D välillä) sekä leveys (matka jolla vastakkaiset elektrodit S,D ovat limittäin). Transistorin toiminnan kannalta kanavan pituuden ja leveyden suhde on keskeinen parametri.

OFET-transistorin Drain-Source-elektrodien välistä virtaa I_{DS} voidaan arvioida kaavan (1) mukaisesti

$$I_{DS} = \frac{WC_i}{2L} \mu (V_{GS} - V_t)^2 \quad (1)$$

$$C_i = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r}{d_{ox}} \quad (2)$$

joissa, μ = varauksenkuljettajan liikkuvuus kanavamateriaalissa
 V_{GS} = Gate-Source jännite
 C_i = eristekerroksen ominaiskapasitanssi
 W = kanavan leveys
 L = kanavan pituus
 V_t = transistorin kynnysjännite
 d_{ox} = eristekerroksen paksuus
 ϵ_r = eristemateriaalin permittivisyys
 ϵ_0 = permittivisyys tyhjiössä

Kuvassa 8 on esitetty periaatteellisena poikkileikkauskuvana OFET-transistorin kanavarakenne.

Tyypillisesti orgaanisten kanavamateriaalien varauksenkuljettajien liikkuvuus vaihtelee $10^{-3} - 0.1 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ välillä, kun se esimerkiksi kidemuodossa olevalla piillä on huomattavasti suurempi ollen luokkaa $10^3 \text{ cm}^2/\text{Vs}$. Tämä rajoittaa yhtälön (1) mukaisesti voimakkaasti orgaanisesta transistorista saatavaa virtaa. Toisaalta virta riippuu oleellisesti transistorin kanavan leveyden W ja pituuden L suhteesta.

Tämä suhde W/L pyritään siten maksimoimaan, tekemällä esimerkiksi kuvan 6 mukaisesti sormirakenneisiksi kuvioituja elektrodeja. Lisäksi transistorin koko vaikuttaa transistorin kynnysjännitteeseen V_t siten, että koon pienentäminen madaltaa tarvittavaa kynnysjännitettä. Matalat kynnysjännitetasot on monissa sovelluksissa keskeinen transistorille asetettava vaatimus.

Edellä esitetystä seuraa suoraan se, että transistorin Drain- ja Source-elektrodien kuviointi on pystyttävä toteuttamaan hyvin tarkasti. Lisäksi kuvioinnin laadun on oltava hyvä, sillä elektrodien väliset yksittäisetkin oikosulut pilaavat tyypillisesti transistorin suorituskyvyn.

Tekniikan tasosta tunnetut fotolitografiaan ja etsaukseen perustuvat menetelmät mahdollistavat kylläkin tarkan elektrodikuvioinnin, mutta ne ovat hitaita ja kalliita prosesseja vaaten useita eri työvaiheita. Siten ne soveltuvat huonosti massatuotantoon ja ovat käytännössä soveltumattomia rullalta-rullalle prosesseihin.

Tekniikan tasosta tunnetaan muitakin elektrodikuvointiin soveltuvia menetelmiä, kuten esimerkiksi varjomaskitekniikka, mutta yleisesti voidaan todeta että ne menetelmät joilla päästään riittävän hyvään (luokkaa $1 \mu\text{m}$ resoluutioon) kanavan pituudessa L, eivät sovellu massatuotantoon eivätkä varsinkaan rullalta-rullalle-prosesseissa käytettäväksi.

Keksinnön mukainen embossaukseen perustuva ratkaisu sen sijaan soveltuu OFET-transistoreissa tarvittavien Drain- ja Source-elektrodien toteuttamiseen myös massatuotantona ja rullalta-rullalle-prosessina.

Viitaten kuvaan 8, eristävän substraattimateriaalin päälle muodostetaan aluksi johdekerros esimerkiksi metallista (kuten Al, Cu, Ag tai Au), ITO:sta tai johtavasta polymeeristä (kuten rr-PHT, engl. regioregular poly(3-hexyylthiophene)). Tähän johdekerrukseen Source- ja Drain-elektrodit muodostetaan keksinnön mukaisesti embos-
saamalla. On huomattava, että transistorin kanavan dimensiot L, W määräytyvät nyt suoraan tämän alimmaisien elektrodikerroksen

kuviointin perusteella. Siten elektrodien päälle tulevan orgaanisen puolijohdekerroksen levitys, samoin kuin sitä seuraavien eristekerrosten ja Gate-elektrodin muodostaminen eivät ole enää tulostuslaskuudeltaan yhtä kriittisiä. Orgaaninen puolijohdekerros, kanavamateriaali voi olla materiaailtaan esimerkiksi esimerkiksi penilaseeni (engl. pentacene) tai sopiva oligotiofeeni-yhdiste.

Orgaanisen kanavamateriaalin päälle toteutetaan eristekerros, joka on tyypillisesti joko SiO_2 , tai jotain johtamatonta polymeeriä kuten polyesteriä, PVP (engl. poly-vinylphenol) tai PMMA. Eristekerroksen kuviointi ei enää vaikuta transistorin kanavan dimensioihin L , W , joten tarkkuusvaatimukset sen valmistuksessa ovat lievemmat. Sen sijaan eristekerroksen paksuus on tärkeä tekijä transistorin toiminnan kannalta kuten kaavasta (2) ilmenee. Eristekerroksen tulee olla mahdollisimman ohut, mutta siinä ei saa olla oikosulkuja mahdollistavia reikiä tai vastaavia. Eristekerros voidaan toteuttaa tyypillisesti esim. tyhjöhöyryttämällä, sputteroimalla tai painamalla.

Eristekerroksen päälle toteutetaan vielä Gate-elektrodi sopivasta johtavasta materiaalista, esimerkiksi metallista (kuten Al, Cu), johtavasta grafiitti- tai metallipartikkelmusteesta tai johtavasta polymeeristä, kuten polyaniliini. Tämäkään vaihe ei ole painotarkkuuden suhteen enää kovin kriittinen, sillä transistorin kanavan dimensiot on määritelty jo alimman johdekerroksen elektrodikuviointin yhteydessä.

Edellä esitetyn perusteella on selvää, että keksinnön mukaisen ombossauksen käyttäminen OFET-komponenttien valmistuksessa on edullista, koska tällä menetelmällä voidaan alimmainen ja transistorin ominaisuuksien kannalta kaikkein tärkein johdekerros kuvioda erittäin tarkasti. Alimmaisen johdekerroksen Drain- ja Source-elektrodikuviointin toteuttamisen jälkeen seuraavien kerrosten toteutukselle on huomattavasti suuremmat vapausasteet, koska niiden osalta voidaan nyt sallia tietty määrä epätarkkuutta ilman että se olennaisesti vaikuttaa transistorin suorituskykyyn.

5 Kuviissa 9-11 on esitetty yksityiskohtaisemmin eräitä mahdollisuuksia embossaamalla valmistetun OFET-transistorin rakenteiksi. Näistä kuvista myös ilmenee se, miten keksintö mahdollistaa tarkat ja pienet kanavapituudet L substraatin vertikaalisuuntaa uudella tavalla hyödyntämällä.

10 Kuvassa 9 on ositottu periaatteellisesti eristävän substraatin päällä olevasta johtavasta kerroksesta (esimerkiksi ITO, alumiini tai johtava polymeeri) keksinnön mukaisesti embossaamalla alempaan tasoon erotettu kapea elektrodi, joka voi toimia lähtökohtana kuvissa 10 ja 11 esitetyille transistorirakenteille. Mainitun elektrodin leveys voi olla kuvan mukaisesti luokkaa 1-50 μm . On selvää, että sovelluksesta riippuen elektrodirakenteena voidaan hyödyntää myös pelkästään alkuperäiseen tasoon substraatin pinnalle jäänyttä johdekerrosta, 15 jolloin kuvassa 9 esitettyä mainitusta tasosta alempaan vertikaaliseen tasoon erotettua johdekerroksen osaa ei lainkaan hyödynnetä elektrodina. Tilanne voi olla myös päinvastainen, jolloin ainoastaan vertikaalisuunnassa alempana oleva elektrodi tulee käyttöön.

20 Kuvassa 10 on periaatteellisesti esitetty kuvan 9 mukaisen rakenteen päälle toteutettu kenttätransistori, jossa em. johdekerroksesta erotettu elektrodi toimii Gate-elektrodina. Gate-elektrodin päällä on eristekerros ja mainitun eristekerroksen päällä edelleen orgaaninen puolijohdekerros, joka täyttää embossaamalla muodostetun syvennyksen. Tässä 25 tapauksessa sekä johdekerros että sen päällä oleva, esimerkiksi tyhjökasvattamalla muodostettu passiivinen eristekerros voivat olla embossattu samalla kertaa. Kontaktit Source- ja Drain-elektrodeja varten on muodostettu esimerkiksi alumiinista molemmin puolin em. syvennystä kuvioitujen elektrodien päälle. Gate elektrodin 30 kontaktikohta voidaan muodostaa vastaavalla tavalla transistorirakenteen viereen johdottamalla sopiva alue elektrodia varten. Kuvan 10 mukaisessa rakenteessa transistorin kanavan pituudeksi L muodostuu Source- ja Gate-elektrodien välinen etäisyys, joka tässä esimerkkitapauksessa on luokkaa 5 μm .

35

Kuvassa 11 on esitetty eräs toinen vaihtoehto kenttätransistorin rakenteeksi. Tässä tapauksessa johdekerroksesta embossaamalla erotettu elektrodi toimii Source-elektrodina, jonka päälle embossattuun vertikaalisuuntaiseen syvennykseen on muodostettu orgaaninen puolijohde ja sen päälle edelleen Gate-elektrodi. Drain-elektrodin muodostaa substraatin pinnalle ylempään vertikaaliseen tasoon jäävä johdekerros. Tämän rakenteen etuna on se, että transistorin kanavan pituus L määräytyy nyt vertikaalisen embossaussyvyyden mukaisesti. Siten se on hyvin tarkasti hallittavissa embossauksessa käytettävän painolaatan kohokuvion avulla. Tämä mahdollistaa myös alle $1\text{ }\mu\text{m}$, esimerkiksi luokkaa 500 nm olevat kanavapituudet.

Kuvassa 12 on esitetty vielä eräs vaihtoehto kenttätransistorin rakenteeksi. Tässä tapauksessa alempaan vertikaaliseen tasoon embossattu johdekerroksen osuus, joka kuvan 11 mukaisessa ratkaisussa toimii Source-elektrodina, ei ole sähköisesti kytketty lainkaan elektrodiksi, vaan Drain- ja Source-elektrodit on nyt molemmat järjestetty ylempään vertikaaliseen tasoon eri puolille embossaamalla muodostettua ja puolijohdekanavamateriaalin täyttämää syvennystä. Kuvan 12 ratkaisussa efektiiviseksi kanavituudeksi muodostuu luokkaa $2 \times 1\text{ }\mu\text{m}$ oleva pituus, koska Source- ja Drain-elektrodien välinen virta kiertää kuvassa katkoviivoilla esitettyjen nuolten mukaisesti mainitun alemmalla tasolla olevan sähköisesti kelluvan elektrodin kautta. Tämän rakenteen erityisenä etuna on se, että mainittuun kelluvaan elektrodin johdekerrokseen embossauksen yhteydessä mahdollisesti syntyneet vähäiset murtumat tai muut virheet eivät käytännössä vaikuta transistorin toimintaan.

Kuvissa 10-12 periaatteellisesti esitetyistä esimerkkirakenteista käy alan ammattimiehelle selkeästi ilmi kokosinnön mukaisella ensimmäisen johdekerroksen embossaukseen perustuvalla elektrodikuvioinnilla saavutettavat merkittävät edut. Ensimmäisen johdekerroksen tarkka elektrodikuviointi antaa selkeitä prosessiletuja, jotka ovat merkittäviä komponenttien massatuotantoa ajatellen. Kun ensimmäisen johdekerroksen elektrodikuviointi on suoritettu riittävällä tarkkuudella sekä vertikaali- että horisontaalisuunnassa, niin elektrodikuviointiin

25

5 voidaan nyt yhdistää seuraavien kerrosten toteutus teknillän tasosta sinänsä tunnetuilla, hieman epätarkemminkin, mutta massaluolantoon hyvin soveltuvilla menetelmillä ilman että komponenttien suorituskyky heikkenee. Toisaalta alimman johdekerroksen embossauksen yhteydessä voidaan muokata tarpeen mukaan samalla kertaa myös muilla ylempiä passiivisia (eriste) tai aktiivisia kerroksia.

10 On luonnollisesti selvää, että keksintö ei ole rajoittunut vain edellisessä esimerkeissä esitettyihin suoritusmuotoihin, vaan keksintöä tulee tulkita ainoastaan oheisten patenttivaatimusten asettamien rajoitusten mukaisesti. Keksintö ei ole siten rajoittunut esimerkiksi ainoastaan edellä esitettyjen komponenttien valmistukseen, vaan keksinnön avulla on mahdollista valmistaa myös esimerkiksi aurinko ja -valokennoja. Aktiivimatriisinäyttöjen valmistamiseksi voidaan samalle alustalle 15 tarvittaessa yhdistää sekä OFET- että OLED-rakenteita.

Edellä kuvattujen prosessivaiheiden ohella keksinnön yhteydessä on mahdollista tarvittaessa käyttää myös muita prosessivaiheita esimerkiksi eri materiaalikerrosten välisten eristys- tai sovituserrosten toteuttamiseen. Edelleen on mahdollista käyttää esimerkiksi RIE- 20 etsausta (engl. Reactive Ion Etching) tai muuta plasmakäsittelyä embossaamalla kuvioituneen johdekerroksen, tai samalla muokattujen muiden kerrosten puhdistamiseen tai leikkausjälkien siistimiseen ennen seuraavien kerrosten toteuttamista.

25

Patenttivaatimukset:

1. Menetelmä elektronisten ohutkalvokomponenttien valmistamiseksi, joka menetelmä käsittää ainakin seuraavat vaiheet
- 5 — valitaan sähköä olennaisesti johtamaton substraatti,
— muodostetaan mainitulle substraatille alimmainen, galvaanisesti yhtenäinen johdekerros sähköä johtavasta materiaalista,
— erotetaan mainitusta alimmaisesta johdekerroksesta toisistaan galvaanisesti erilleen johdinalueita elektrodikuvioinniksi,
10 — muodostetaan mainitun elektrodikuvion päälle edelleen yksi tai useampia ohutkalvokomponentissa tarvittavia ylempiä passiivisia tai aktiivisia kerroksia,
15 **tunnettu** siitä, että
— mainittu elektrodikuvioinniksi erottaminen tapahtuu kohdistamalla alimmaiseen johdekerrokseen kuviopainantaa (engl. die-cut embossing) eli embossaukseen perustuva työstötoimenpide, jossa työstötoimenpiteessä käytettävän työstöelimen kohokuvio (engl. relief) aiheuttaa substraattiin pysyvän muodonmuutoksen ja samalla embossaa johdekerroksesta aluetta toisistaan galvaanisesti erillään oleviksi johdinalueiksi.
- 20
- 25 2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että mainitulla alimmaiseen johdekerrokseen kohdistetulla embossaus-toimenpiteellä muodostetaan johdinalueita substraatin tasoa vastaan kohtisuorassa eli vertikaalisessa suunnassa ainakin kahteen eri tasoon.
- 30
3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että mainitulla alimmaiseen johdekerrokseen kohdistetulla embossaus-toimenpiteellä muokataan samalla kertaa yhtä tai useampaa ohutkalvokomponentin ylempää passiivista tai aktiivista kerrosta.
- 35

4. Jonkin edellä esitetyn patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että substraatille muodostettava alimmainen ja embossaamalla kuvioitava johdekerros muodostetaan tyhjöpäällystämällä.
- 5 5. Patenttivaatimuksen 4 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että mainittu tyhjöpäällystys ja embossaus suoritetaan samassa tyhjöprosessissa.
- 10 6. Jonkin edellä esitetyn patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että substraattimateriaaliksi valitaan joku seuraavista materiaaleista tai niistä laminoimalla muodostettu yhdistelmä : muovi, lasi, paperi tai kartonki.
- 15 7. Patenttivaatimuksen 6 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että embossausta varten substraattimateriaalia lämmitetään.
- 20 8. Patenttivaatimuksen 7 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että substraattimateriaalin sisältäessä muovia, mainitun alimmaisen johdekerroksen embossaus suoritetaan lämpötilassa, joka on hieman yli ko. muovimateriaalin lasittumislämpötilan.
- 25 9. Jonkin edellä esitetyn patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että mainitun alimmaisen johdekerroksen materiaaliksi valitaan joku seuraavista tai niiden yhdistelmä: läpinäkyvä tai läpinäkymätön puolijohdeoksidi, metalli, johtava muste tai johdepolymeeri.
- 30 10. Jonkin edellä esitetyn patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että embossauksessa käytettävän työkalimen kohokuvion vertikaalisuuntainen syvyys ja/tai siinä käytettävät horisontaaliset viivanleveydet valitaan väliltä 1-50 µm
- 35 11. Jonkin edellä esitetyn patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että embossauksessa käytettävän työkalimen

kohokuvio valitaan vertikaalisuunnassa olennaisesti pysty-seinämäiseksi.

12. Jonkin edellä esitetyn patenttivaatimuksen mukainen menetelmä,
5 **tunnettu** siitä, että embossauksessa käytettävän työstöelimenä käytetään nikkelipainolaattaa tai -peltiä, jonka masterin tai vastaavan kohokuvio on muodostettu suoralla resistillografialla tai resistillografian ja kuivaetsaustekniikan yhdistelmällä.
- 10 13. Jonkin edellä esitetyn patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että ainakin osa edellä esitettyjen patenttivaatimusten kuvaamista menetelmävaiheista suoritetaan samassa rullalta-rullalle prosessissa.
- 15 14. Jonkin edellä esitetyn patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että embossaamalla muodostettua elektrodikuviointia tai samalla kertaa embossaamalla muokattuja ylempiä passiivisia tai aktiivisia kerroksia jälkikäsitellään plasmakäsittelyn avulla.
- 20 15. Laitteisto elektronisten ohutkalvokomponenttien valmistamiseksi olennaisesti sähköä johtamattomalle substraatille, joka laitteisto käsittää ainakin
- ensimmäiset kasvatusvälineet alimmaisen, galvaanisesti yhtenäisen johdokerroksen muodostamiseksi mainitulle
25 substraatille sähköä johtavasta materiaalista,
 - kuviointivälineet johdinaluoiden erottamiseksi toisistaan galvaanisesti erilleen elektrodikuvioinniksi mainitusta alimmaisesta johdokerroksesta,
 - toiset kasvatusvälineet yhden tai useamman ohutkalvo-
30 komponentissa tarvittavan ylemmän passiivisen tai aktiivisen kerroksen muodostamiseksi mainitun elektrodikuvioinnin päälle,
tunnettu siitä, että
 - mainitut kuviointivälineet elektrodikuvioinnin erottamiseksi
35 mainitusta alimmaisesta johdokerroksesta ovat kuvio-
painantaan (engl. die-cut embossing) eli embossaukseen

5 perustuvat embossausvälineet, jotka käsittävät ainakin yhden työstöelimen, jonka työstöelimen kohokuvio (engl. relief) aiheuttaa substraattiin pysyvän muodonmuutoksen ja samalla embossaa johdekerroksesta aluelta toisistaan galvaanisesti erillään oleviksi johdinalueiksi.

10 16. Patenttivaatimuksen 15 mukainen laitteisto, **tunnettu** siitä, että mainitut kuviointivälineet on järjestetty muodostamaan mainitulla alimmalseen johdekerrokseen kohdistetulla embossausvoimenpiteellä johdinalueita substraatin tasoa vastaan kohtisuorassa eli vertikaalisessa suunnassa ainakin kahteen eri tasoon.

15 17. Patenttivaatimuksen 15 tai 16 mukainen laitteisto, **tunnettu** siitä, että mainitut kuviointivälineet on järjestetty muokkaamaan mainitulla alimmaiseen johdekerrokseen kohdistetulla embossausvoimenpiteellä samalla kertaa yhtä tai useampaa ohutkalvokomponentin ylempää passiivista tai aktiivista kerrosta.

20 18. Jonkin edellä esitetyn patenttivaatimuksen 15-17 mukainen laitteisto, **tunnettu** siitä, että mainitut ensimmäiset kasvatusvälineet substraatille muodostettavan alimmaisen ja embossaamalla kuvioltavan johdekerroksen muodostamiseksi ovat tyhjöpäälystysvälineet.

25 19. Patenttivaatimuksen 18 mukainen laitteisto, **tunnettu** siitä, että mainitut tyhjöpäälystysvälineet ja embossausvälineet on sovitettu samaan tyhjöprosessiin.

30 20. Jonkin edellä esitetyn patenttivaatimuksen 15-19 laitteisto, **tunnettu** siitä, että embossauksessa käytettävän työstöelimen kohokuvion vertikaalisuuntainen syvyys ja/tai siinä käytettävät horisontaaliset viivanleveydet ovat väliltä 1-50 μm .

35 21. Jonkin edellä esitetyn patenttivaatimuksen 15-20 mukainen laitteisto, **tunnettu** siitä, että embossauksessa käytettävän

työstöelimen kohokuvio on järjestetty vertikaalisuunnassa olennaisesti pystyselvämmäksi.

- 5 22. Jonkin edellä esitetyn patenttivaatimuksen 15-21 mukainen laitteisto, **tunnettu** siitä, että embossauksessa käytettävä työstöelin on nikkelpainolaalla tai -pelti, jonka masterin tai vastaavan kohokuvio on muodostettu suoralla resistilitografialla tai resistilitografian ja kuivaetsaustekniikan yhdistelmällä.
- 10 23. Jonkin edellä esitetyn patenttivaatimuksen 15-22 mukainen laitteisto, **tunnettu** siitä, että ainakin mainitut ensimmäiset kasvatusvälineet ja mainitut kuviointivälineet on sovitettu samaan rullalta-rullalle prosessiin.
- 15 24. Elektroninen ohutkalvokomponentti, joka käsittää ainakin
— sähköä olennaisesti johtamattoman substraatin,
— mainitulle substraatille muodostetun alimmaisena, sähköä johtavasta materiaalista muodostetun johdekerroksen, joka
— mainittu johdekerros on kuvioitu toisistaan galvaanisesti
20 erillisiksi elektrodikuvioinnin muodostaviksi johdinalueiksi,
— yhden tai useamman mainitun elektrodikuvioinnin päälle muodostetun ylemmän passiivisen tai aktiivisen kerroksen,
tunnettu siitä, että
— mainittu elektrodikuviointi on erotettu kohdistamalla
25 alimmaiseen johdekerrokseen kuviointivälineellä (engl. die-cut embossing) eli embossaukseen perustuva työstötoimenpide, jossa työstöelimen kohokuvio (engl. relief) aiheuttaa substraattiin pysyvän muodonmuutoksen ja samalla embossaa johdekerroksesta aluetta toisistaan galvaanisesti
30 erillään oleviksi johdinalueiksi.
- 35 25. Patenttivaatimuksen 24 mukainen komponentti, **tunnettu** siitä, että komponentti käsittää alimmaisesta johdekerroksesta mainitulla embossausmenetelmällä muodostettuja johdinalueita substraatin tasoa vastaan kohtisuorassa eli vertikaalisessa suunnassa ainakin kahdessa eri tasossa.

26. Patenttivaatimuksen 24 tai 25 mukainen komponentti, **tunnettu** siitä, komponentti käsittää yhden tai useamman ylemmän passiivisen tai aktiivisen kerroksen, joka on muokattu samalla alimmaiseen johdekerrokseen kohdistetulla embossaustoimenpiteellä.

27. Jonkin edellä esitetyn patenttivaatimuksen 24-26 mukainen komponentti, **tunnettu** siitä, että mainitun substraalin materiaali on joku seuraavista materiaaleista tai niistä laminoimalla muodostettu yhdistelmä : muovi, lasi, paperi tai kartonki.

28. Jonkin edellä esitetyn patenttivaatimuksen 24-27 mukainen komponentti, **tunnettu** siitä, että mainitun alimmaisen johdekerroksen materiaali on joku seuraavista tai niiden yhdistelmä: läpinäkyvä tai läpinäkymätön puolijohdeoksidi, metalli, johtava muste tai johdepolymeeri.

29. Jonkin edellä esitetyn patenttivaatimuksen 24-28 mukainen komponentti, **tunnettu** siitä, että alimmaiseen johdekerrokseen embossaamalla muodostetun elektrodikuvioinnin horisontaaliset viivanleveydet tai vertikaalisessa syvyysuunnassa elektrodikuviointien keskinäinen etäisyys on väliltä 1-50 μm .

30. Jonkin edellä esitetyn patenttivaatimuksen 24-29 mukainen komponentti, **tunnettu** siitä, että komponentti käsittää mainitun elektrodikuvioinnin päälle muodostetun ainakin yhden ylemmän aktiivisen kerroksen, jonka kerroksen materiaali on orgaaninen tai epäorgaaninen puolijohde.

31. Patenttivaatimuksen 30 mukainen komponentti, **tunnettu** siitä, että mainittu ainakin yksi ylempi aktiivinen kerros on järjestetty muodostamaan jokin seuraavista rakenteista: transistorin kanavarakenne, aurinko- tai valokennon valoaktiivinen kerros, valoa emittoivan komponentin elektroluminoiva kerros.

32. Jonkin edellä esitetyn patenttivaatimuksen 24-31 mukainen komponentti, **tunnettu** siitä, että komponentti on joku seuraavista: valodiodi, kenttätransistori, aktiivinen tai passiivinen pikselinäyttö, valo- tai aurinkokenno.

5

33. Jonkin edellä esitetyn patenttivaatimuksen 24-32 mukainen komponentti, **tunnettu** siitä, että komponentti käsittää yhden tai useamman ylemmän passiivisen tai aktiivisen kerroksen, jonka substraatin tasoon nähden vertikaalisuuntainen dimensio on määritetty alimpaan johdekerrokseen kohdistetulla embossaustoimenpiteellä.

10

34. Patenttivaatimuksen 33 mukainen komponentti, **tunnettu** siitä, että komponentti on orgaaninen kenttätransistori OFET, jonka kanavarakontoon kanavapituus (L) on määritetty substraatin tasoon nähden vertikaalisuunnassa embossaamalla.

15

35. Jonkin edellä esitetyn patenttivaatimuksen 24-34 mukainen komponentti, **tunnettu** siitä, että komponentti on orgaanisiin valodiodeihin OLED perustuva pikselinäyttö, jossa näytön yksittäiset pikselit on muodostettu eri napaisuutta edustavien keskenään ristikkäisten juovamaisten elektrodien risteyksiin, ja jossa komponentissa samaa napaisuutta edustavat ja keskenään samansuuntaiset vierekkäiset elektrodit on muodostettu substraatin tasoon nähden vertikaalisuunnassa keskenään eri tasoon.

20

25

36. Patenttivaatimuksen 35 mukainen komponentti, **tunnettu** siitä, että mainittujen samaa napaisuutta edustavien ja keskenään samansuuntaisten vierekkäisten elektrodien vertikaalisuuntainen etäisyys toisistaan on 1-5 μm .

L3

33

Tiivistelmä :

Keksintö kohdistuu menetelmään elektronisen ohutkalvokomponentin valmistamiseksi sekä menetelmän toteuttavaan laitteistoon. Keksintö kohdistuu edelleen menetelmän mukaisesti valmistettuun elektroniseen ohutkalvokomponenttiin. Sähköä olennaisesti johtamattomalle substraatille muodostetaan aluksi alimmainen, galvaanisesti yhtenäinen johdekerros sähköä johtavasta materiaalista, josta mainitusta alimmaisesta johdekerroksesta erotetaan edelleen toisistaan galvaanisesti erilleen johdinalueita elektrodikuvioinniksi. Mainitun elektrodikuvioinnin päälle voidaan tämän jälkeen muodostaa yksi tai useampia ohutkalvokomponenttissa tarvittavia ylempiä passiivisia tai aktiivisia kerroksia. Keksinnön mukaisesti mainitun alimmaisen johdekerroksen elektrodikuvioinniksi erottaminen tapahtuu kohdistamalla alimmaiseen johdekerrokseen kuviopainantaa (engl. die-cut embossing) eli embossaukseen perustuva työstötoimenpide, jossa työstötoimenpiteessä käytettävän työstöelimen kohokuvio (engl. relief) aiheuttaa substraattiin pysyvän muodonmuutoksen ja samalla embossaa johdekerroksesta alueita toisistaan galvaanisesti erillään oleviksi johdinalueiksi. Keksintö soveltuu ohutkalvokomponenttien valmistamiseen rullalta-rullalle prosessina.

Fig. 1

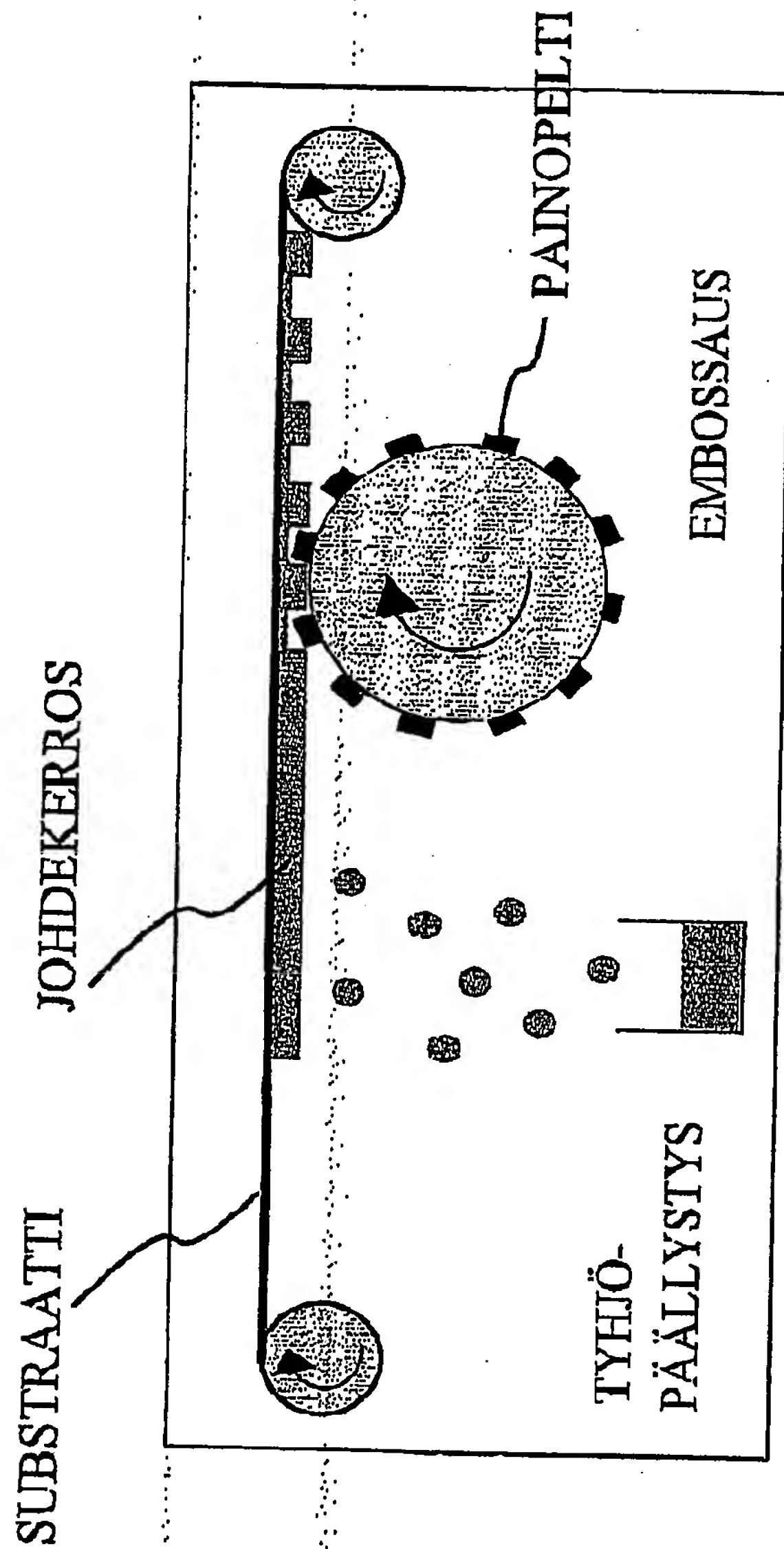
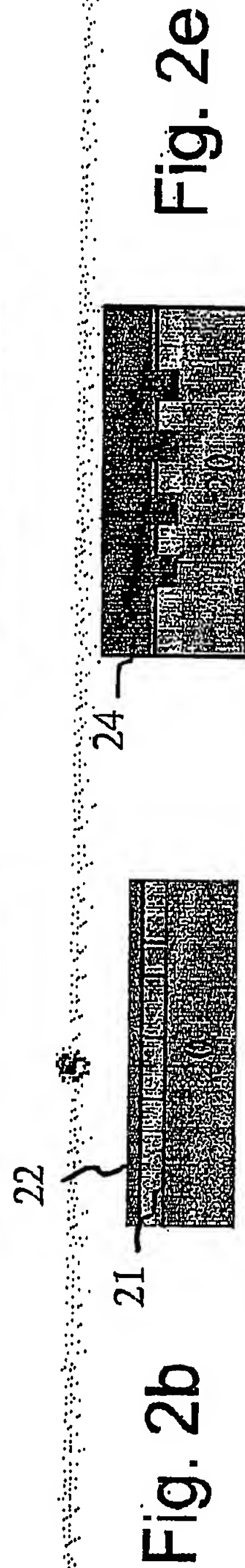
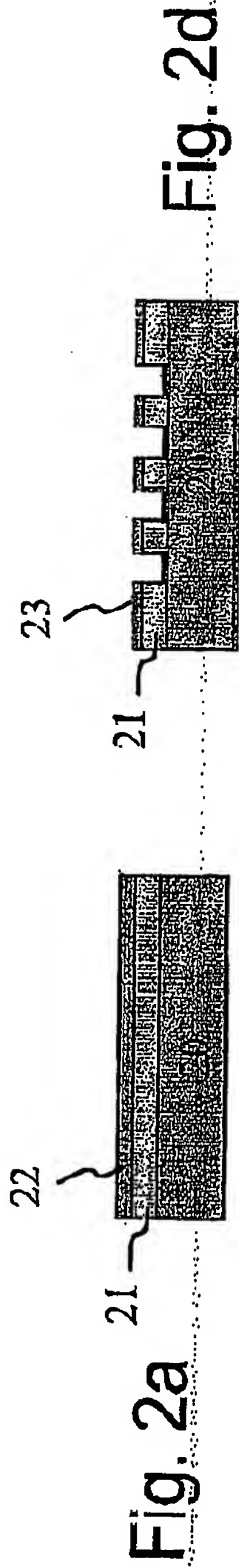


Fig. 1

29



14

3

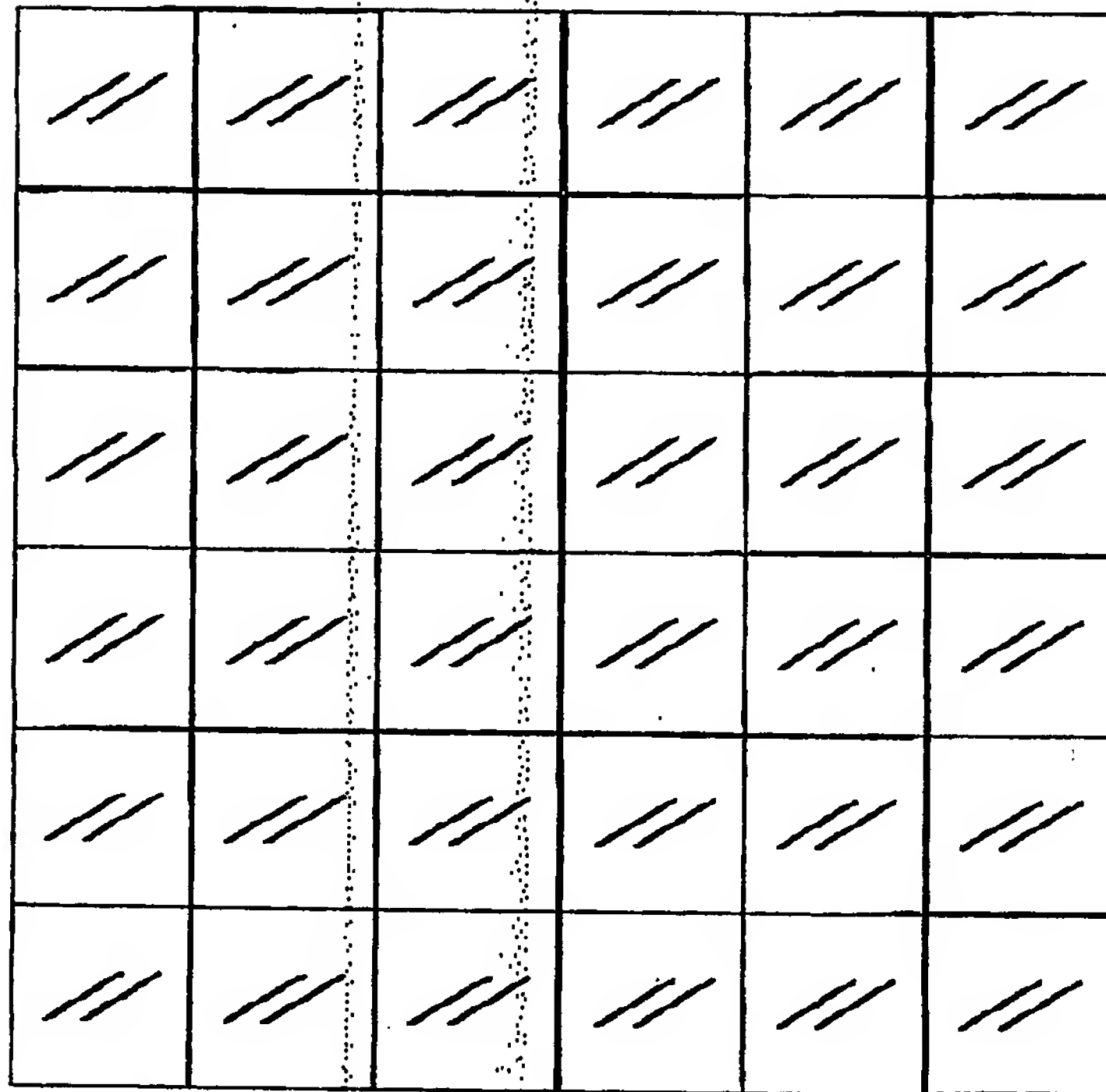


Fig. 29

LY

9

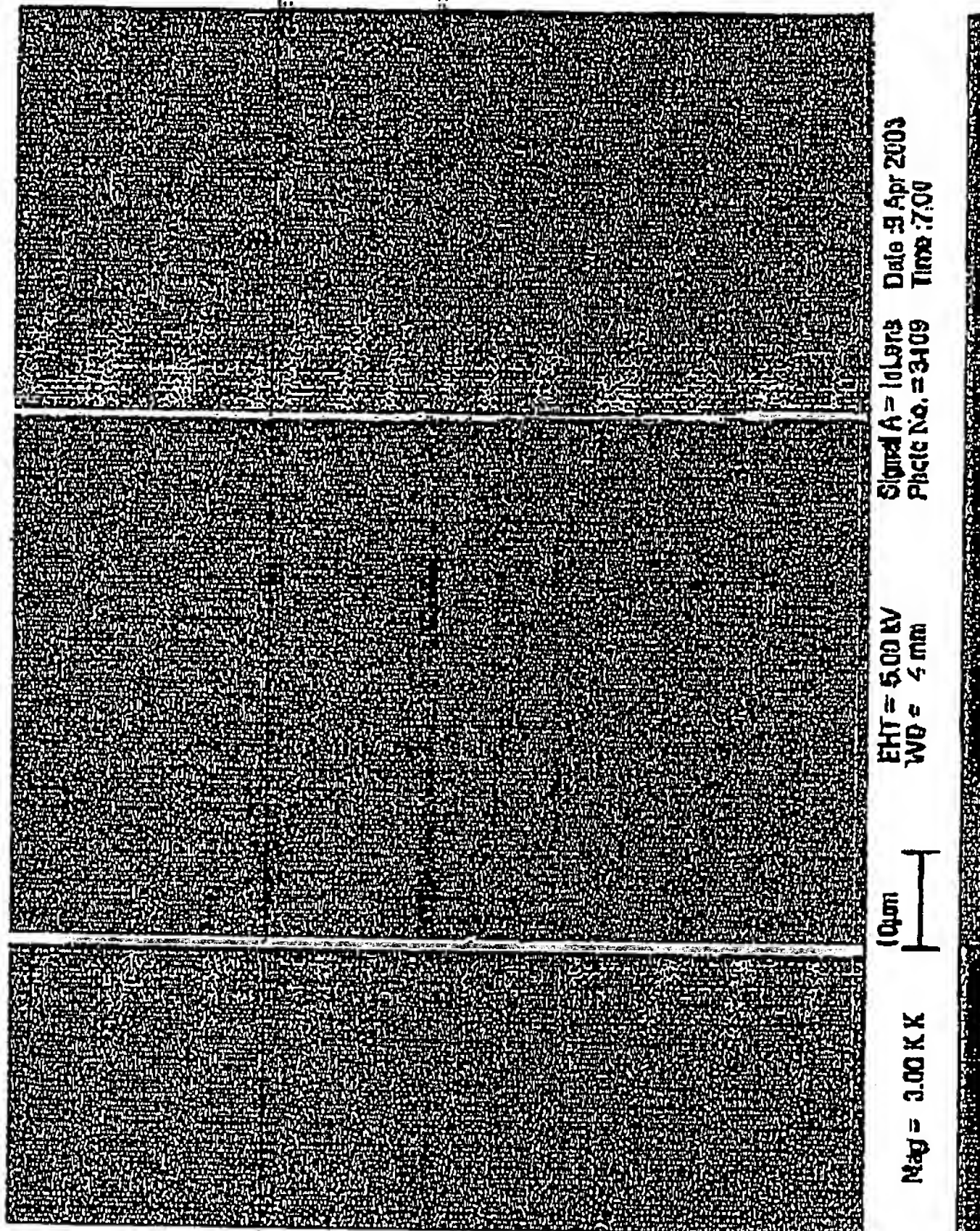


Fig. 3

LY

5

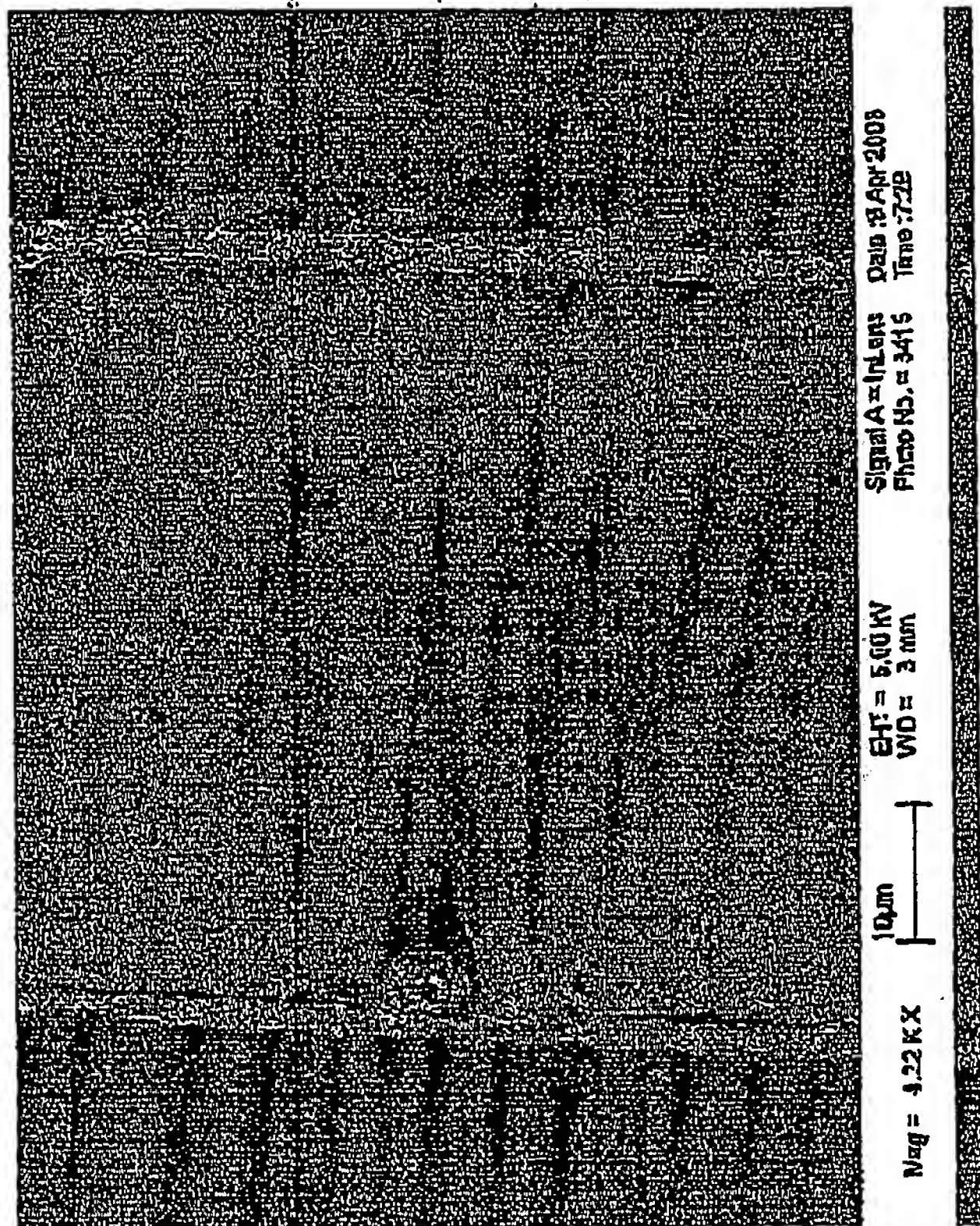


Fig. 4

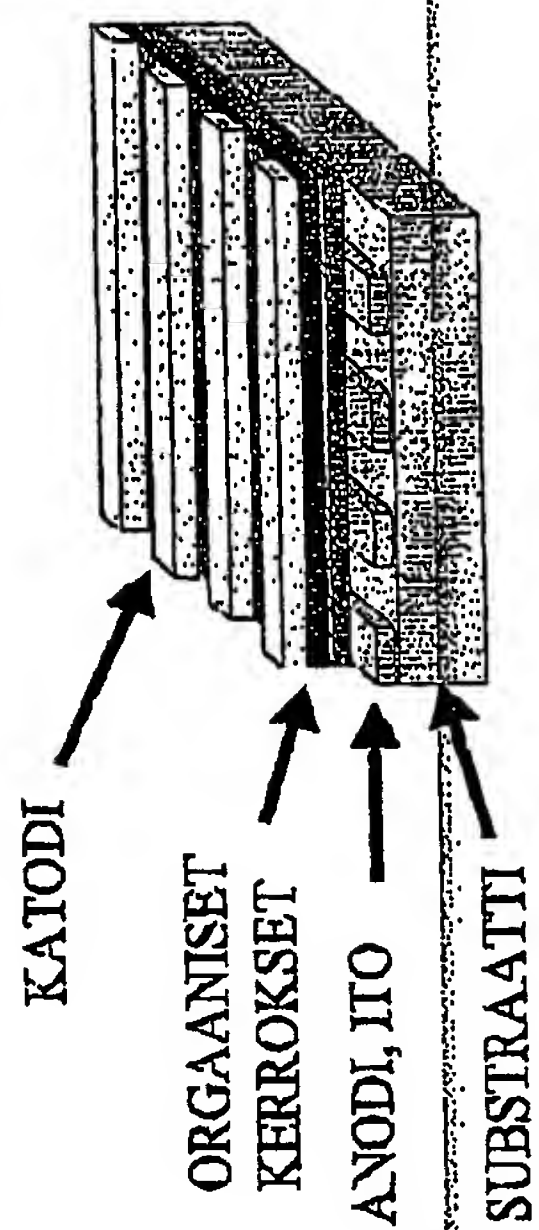


Fig. 5a

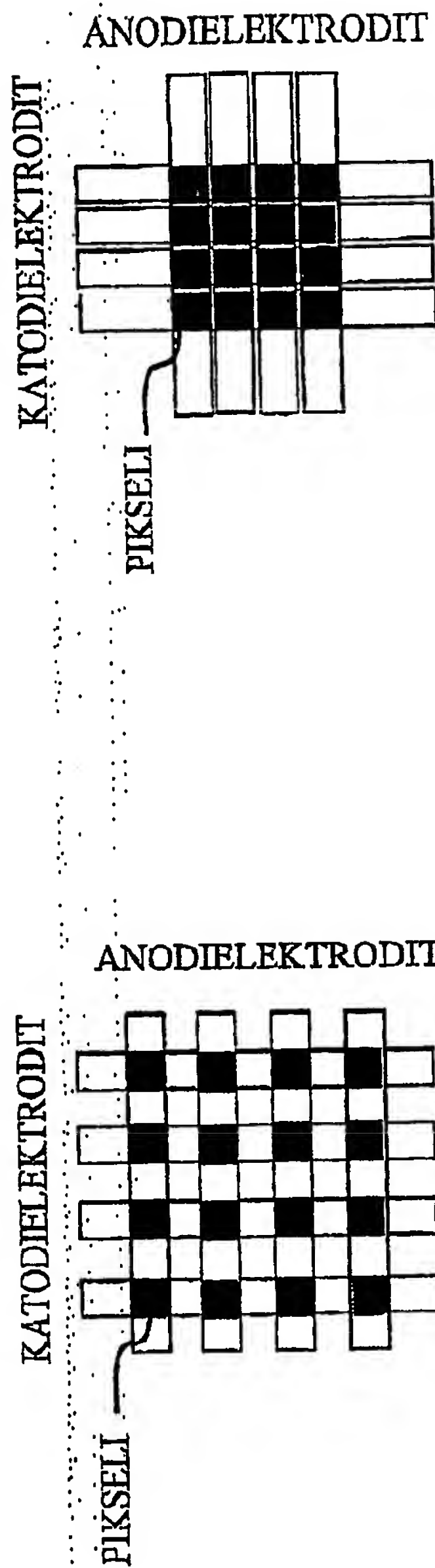


Fig. 6

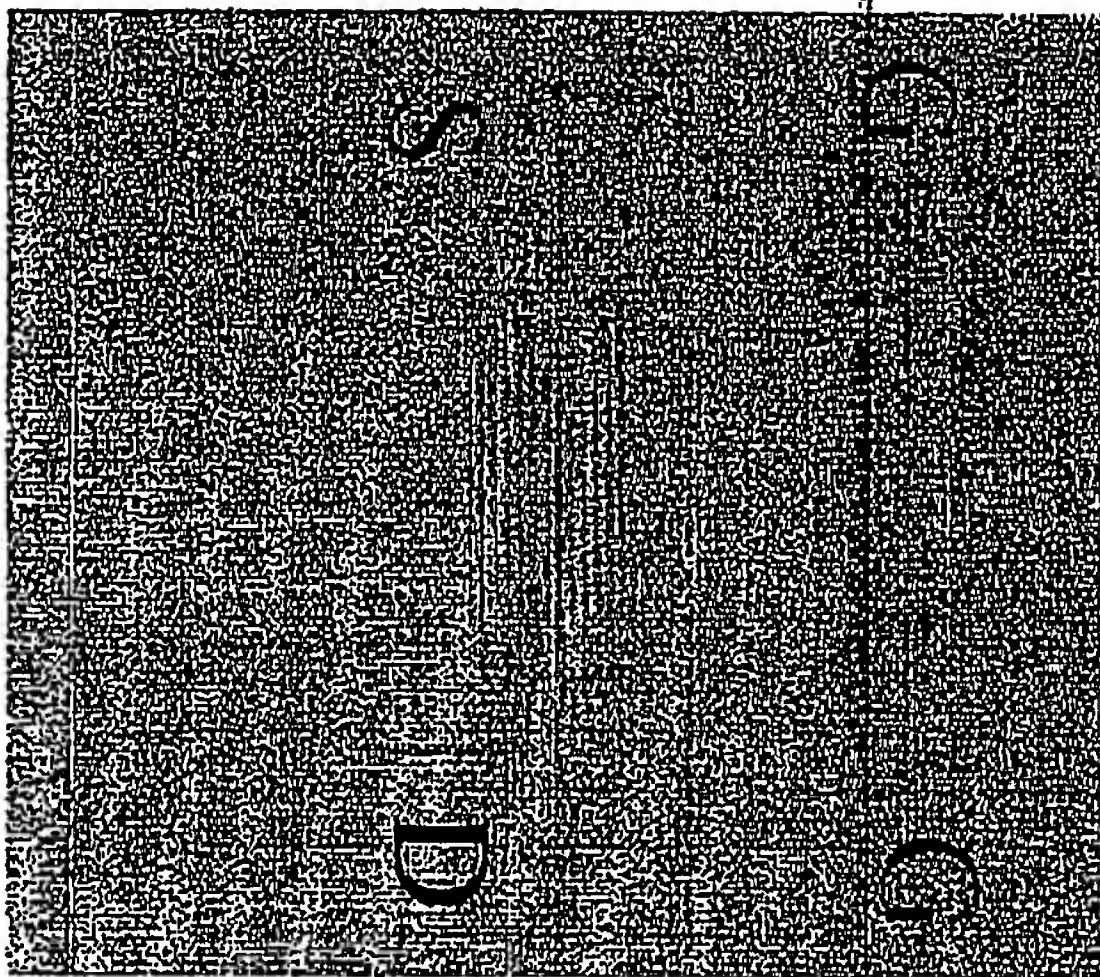


Fig. 7

7

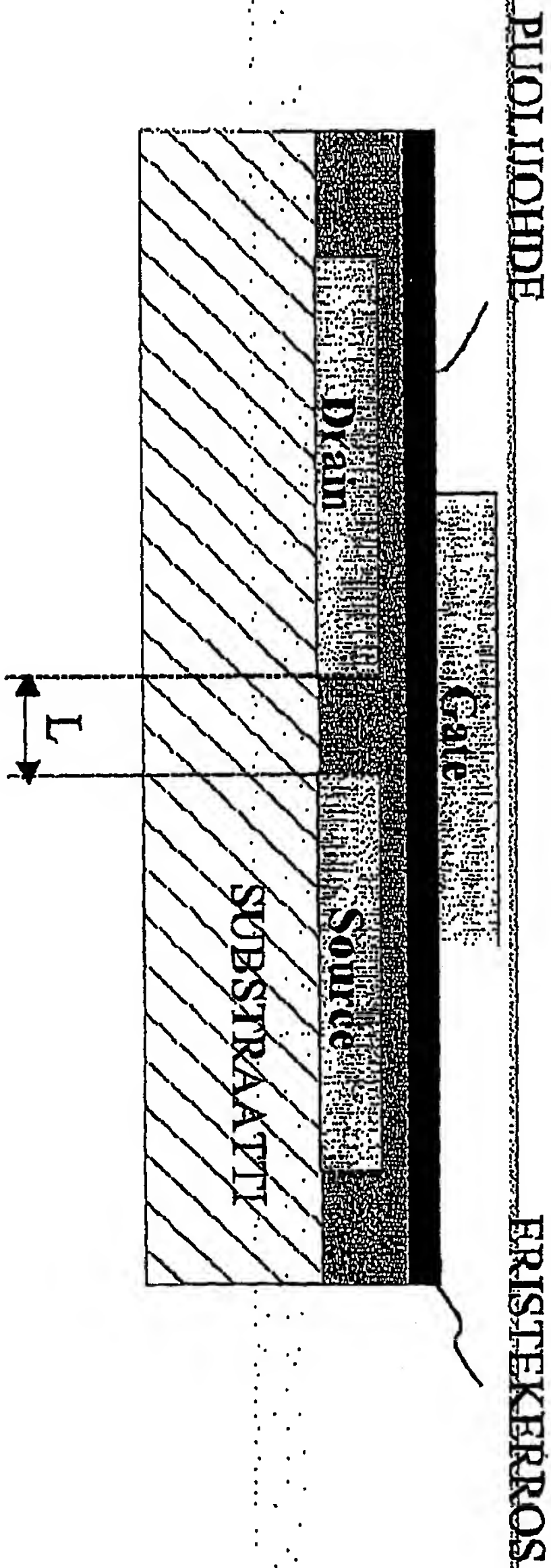


Fig. 8

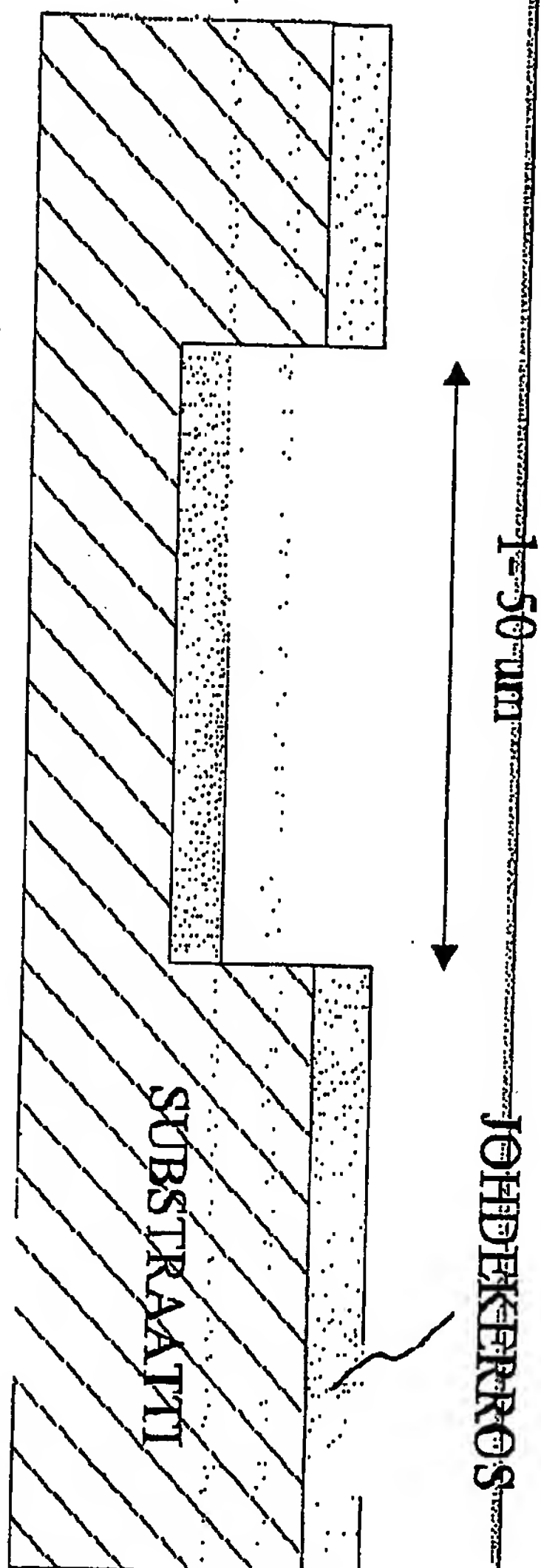


Fig. 9

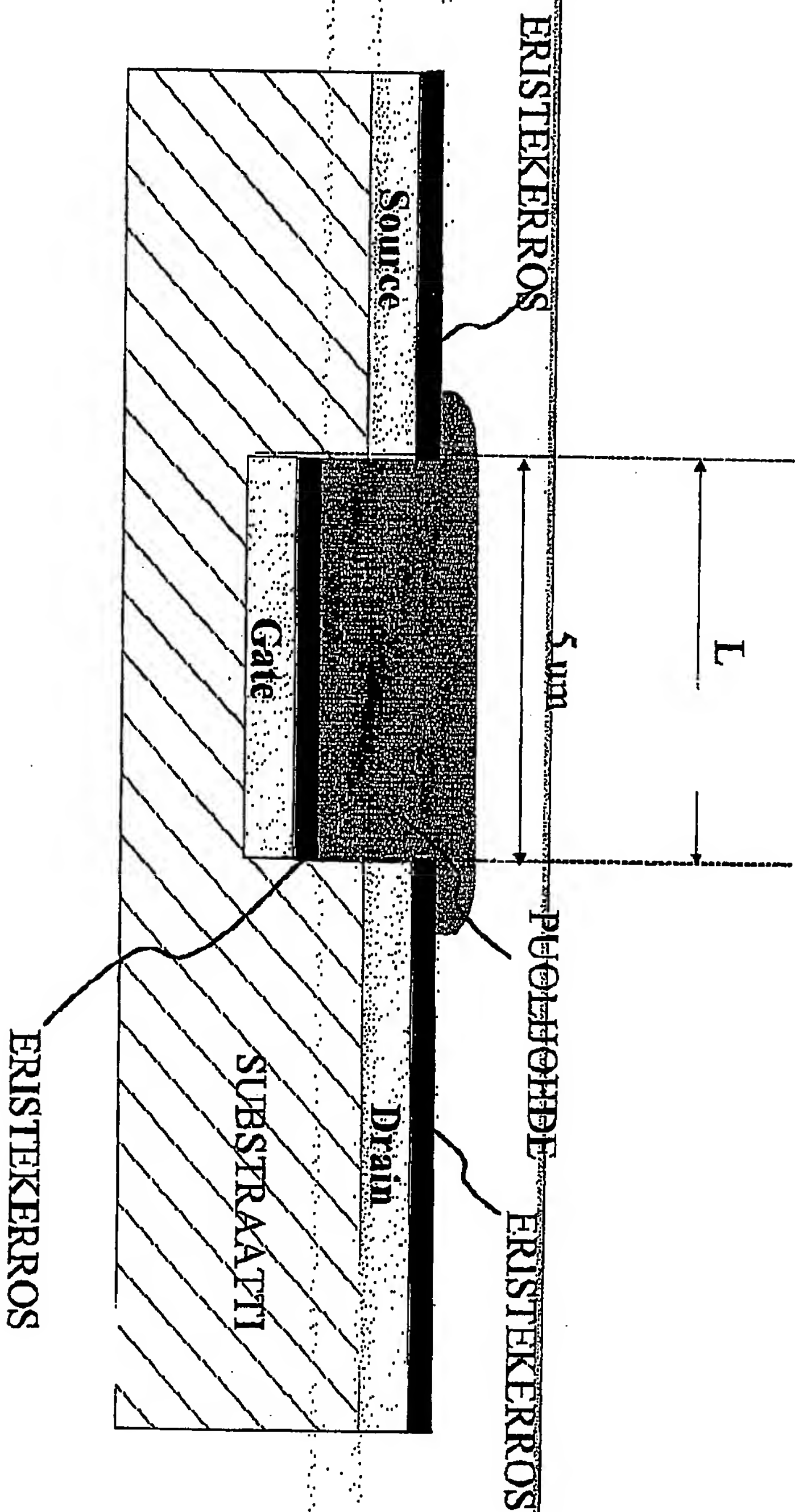


Fig. 10

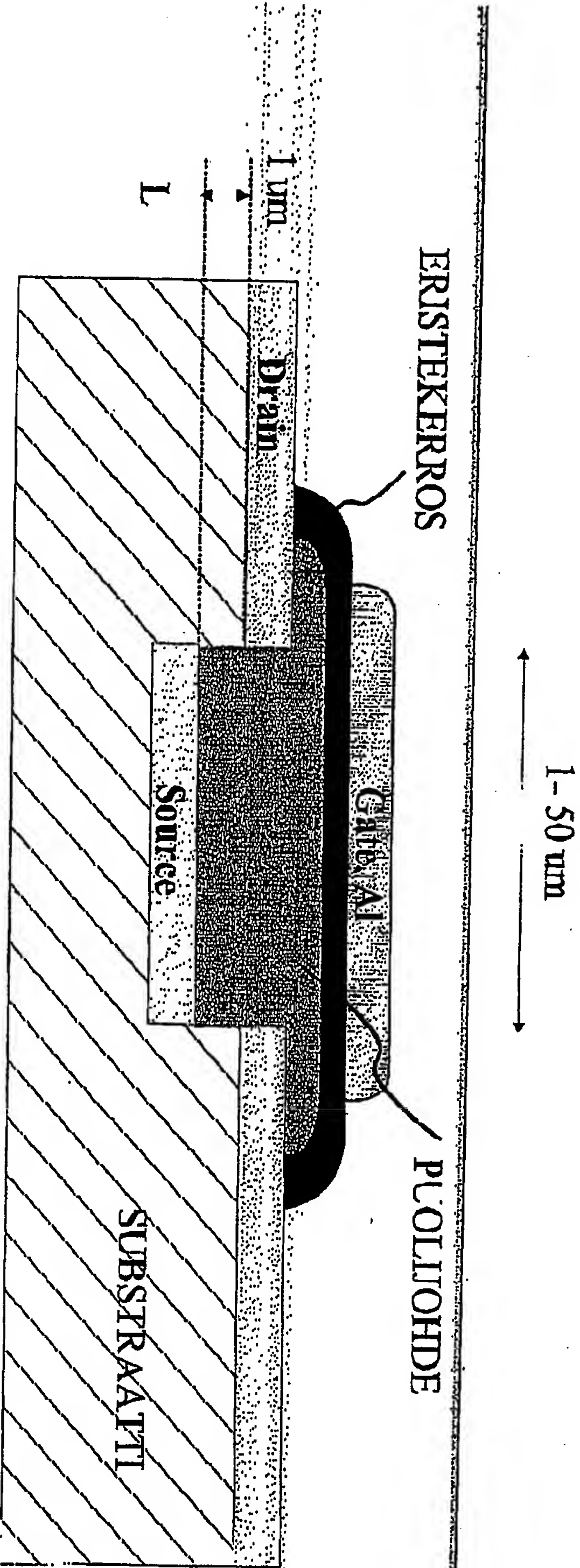


Fig. 11

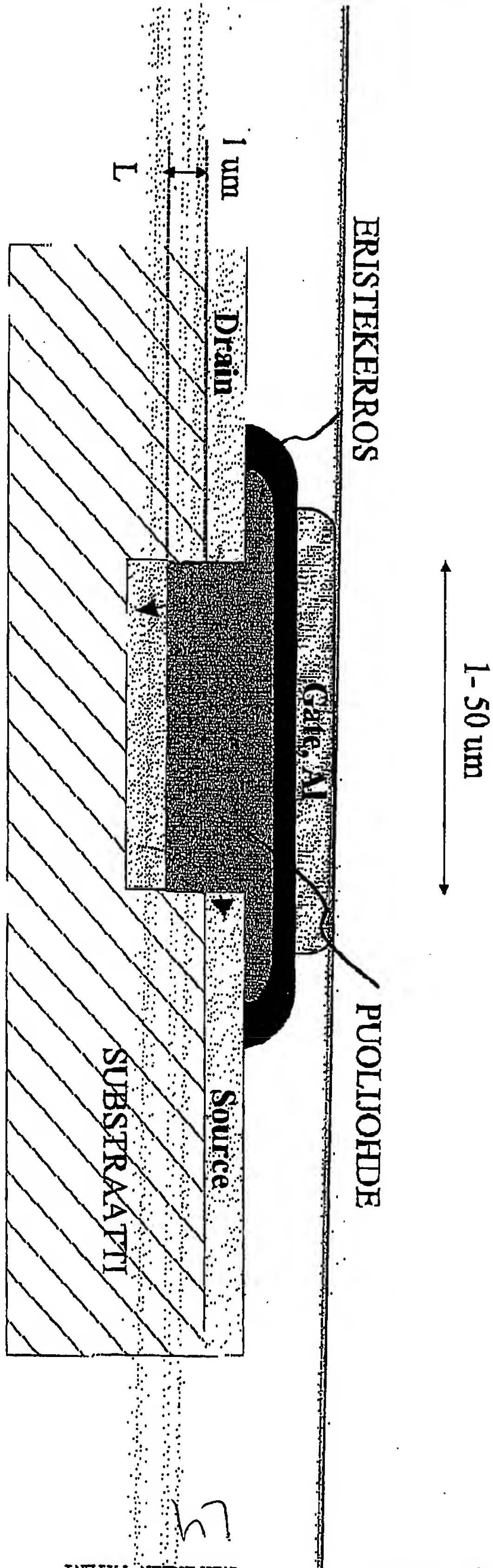


Fig. 12

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINE(S) OR MARK(S) ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.